التلوث البحرى

والمخاطر الطبيعية والبشرية على البيئة الساحلية

تأليف نخبة من علماء
المعهد القومى لعلوم البحار والمصايد



مؤسسة حورس الدولية

التلــوث البـحـري

والمخاطـر الطبيعيـة والبشريـة
على البيئـة الساحليـة

تأليف.
نخبة من علماء
المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد

مؤسسة حورس الدولية

المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد .

التلوث البحري: الملف كامل– تأليف/ نخبة من علماء المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد.

الإسكندرية :مؤسسة حورسالدولية 2014.

367 ص ، 24 سم.

تدمك 978-977-368-556-0.

1- المياه - التلوث.
2- - مياه البحر.
614.772

الإخراج الفنى وفصل الألـوان

وحدة التجهيزات الفنيـة بالمؤسســة

I.S.B.N الترقيم الدولى	رقم الإيداع بدار الكتب	طبعة أولى
978-977-368-556-0	11466	2014

مؤسسة حورس الدولية للنشر والتوزيع

الإسكندرية 144 شارع طيبة – سبورتنج ت: 598 30 59 – فاكس: 171 22 59

Email: Horus.alex@hotmail.com Mob.: 01223293638
Horus.alex2007@yahoo.com

Website: http: // www. HorusPublish.com

مراجعة لغوية وعلمية

الأستاذ الدكتور

شريف السيد رمضان

أستاذ ورئيس قسم التصنيف البحري الأسبق

المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد

فرع الاسكندرية

الإهـــــداء

"إلى معهدنا الحبيب..

هذا الصرح العلمي الشامخ..

الذي أهــدانا العلـــم..

نهدي له هذا العمل المتواضع..

لعل ينتفع به أحد"

المؤلفون

تمهيد

تنطوي فكرة هذا العمل على تضافر مجموعة من التخصصات للكتابة في مجال بعينه؛ حتى يتسنى الإلمام بموضوع واحد من موضوعات هذا المجال – وهي بالطبع عديدة – إلماماً محمكاً يوفر القدر المعقول من المعلومات.. فيجد القاريء نفسه أمام وجبة ثقافية مبسطة ودسمة في آنٍ واحد.. ثم أن عملاً كهذا يجمع المتخصصين أنفسهم على أن كل واحد منهم أهل ذكرٍ وفنٍ في تخصصه؛ مما يقوي العمل وينعش روح الفريق الذي يتطلبه النجاح كمقوم رئيسي من مقومات الحياة المعاصرة.

إن بوسعنا أن نفعل الكثير طالما توحدت مجهوداتنا وتناغمت رؤانا العلمية.. وسترى قارئنا الكريم أن هذا الكتاب يجمع بين دفتيه ما يدل على الرغبة في إرساء هذا التوجه الذي نأمل أن ننجح به في الوصول إليك، وأن نلبي به مسألة علمية لديك.. والله من وراء القصد، فهو نعم المولى ونعم النصير.

المحرر

د. حسن عبد الله الشرقاوي

مقدمة

في فترات كالتي تمر بها مصر الآن قررنا نحن علماء المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد المشاركة على طريقتنا، بأن نتواصل مع مجتمعنا عبر نقل خبراتنا في مجال البيئة البحرية على اختلاف تخصصاتنا.. وقد أخترنا موضوع التلوث البحري ليكون باكورة هذا التواصل، وذلك لما له من أهمية جمة في حياتنا كأفراد، وبعد اقتصادي كدولة.. لاسيما وأن مصر تمتلك مساحة ممتدة من السواحل المطلة على بيئتها البحرية تناهز ألفي كيلومتر.. وهي كفيلة بمدها بأضعاف مضعفة من العملة الأجنبية إذا ما أُديرت بأسلوب علمي، وحوفظ عليها – أي هذه السواحل – من أشكال العبث والتلوث اللذين يؤديان بها إلى العجز والمرض.

إن العَالِم إذ ينقل تجاربه ونتائجها بطريق بسيطة سلسة بعيدة عن جمود المصطلحات وغموض المعادلات إلى المجتمع والقيادة السياسية إنما يضع لبنة في بناء مجتمع متقدم وقوي. ولو فعل فليست منة منه، لكنها فريضة تقتضيها مهام وظيفته، وما نذر نفسه لأجله. ولو تخاذل فهو مبتور الذكر، لا مكان له ولا فائدة من وراء ما اشتغل به طوال أعوام.

نعم.. إذا اقتصر دور العَالِم على التجارب العلمية فقط دونما استخلاص نتائجها مبسطة لعرضها على صانع القرار وأفراد المجتمع فهناك خلل يحول بين هذا الوطن والتقدم المنشود؛ ذلك بأن الداعم الحقيقي للتقدم هو أبناء الوطن نفسه؛ علماء، ودارسون، ورجال أعمال (ممولون)، ودافعوا الضرائب، وصناع القرار في كل موقع من مواقع المسئولية.. وإذا ما أراد الشعب التقدم وسعى له فلسوف يناله.. غير

ما بقى على كاهل العلماء أن يعلموا هذا الشعب ويثقفوه وينيروا له الدرب كي تتضح معالمه.

هذا، ويقع الكتاب الذي بين أيدينا في تسعة فصول رشيقة؛ يتحدث الأول منها عن البيئة البحرية من حيث التعريف والمكونات والفوائد.. فيما يتناول الفصل الثاني منها مشكلة التلوث بشكل عام، وما تتعرض البيئة البحرية إلى صوره بشكل خاص.. ويستعرض الفصل الثالث التلوث البحري الفيزيائي. بما يسببه من أخطار.. ويتحدث الفصل الرابع عن المخاطر الجيولوجية التي تمنى بها البيئة البحرية مما يتسبب لها في مشكلات وأضرار.. والفصل الخامس يناقش أنواع التلوث البحري الكيميائي وأخطاره المحدقة بالبيئة البحرية.. والفصل السادس يوضح قضية التلوث في الرخويات البحرية بصفة خاصة؛ ويبحث الفصل السابع التلوث البحري البيولوجي وصوره المختلفة لاسيما في البيئة البحرية المصرية.. أما الفصل الثامن فيتعرض لمشاكل التلوث البحري الميكروبي من بكتيريا دالة على التلوث الآدمي وأخرى ممرضة للكائنات البحرية والإنسان.. ويختم الفصل التاسع بمحاولات الإنسان تنقية مياه الصرف قبل وصولها إلى البحر فتنجو من هذا التلوث.

لقد راعينا في الكتاب الإيجاز غير المخل بصلب الموضوع، وأن تكون لغته سلسة غير معقدة برغم وجود مصطلحات علمية يشوبها بعض التعقيد، هادفين بذلك أن يقبل القاريء عليه بنهم، وأن يستفيد منه أقصى ما يمكنه ذلك.

والله نسأل أن يوفقنا في هذا الرجاء، وألا يحرمنا ثواب العمل فيه لأجله، فهو ولي ذلك والمستعان.

المؤلفون

يقول الله عز وجل في قرآنه الكريم:

﴿ وَهُوَ ٱلَّذِى سَخَّرَ ٱلْبَحْرَ لِتَأْكُلُواْ مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُواْ مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى ٱلْفُلْكَ مَوَاخِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُواْ مِن فَضْلِهِۦ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٤﴾ ﴾

النحل: ١٤

كما يقول الحق تعالى:

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِي ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُواْ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾ ﴾

الروم: ٤١

(1)

البيئة البحرية

أمواج هادرة، وشطآن ناعمة!!

مدخل:

لقد خلق الله تعالى البيئة جميلة متوازنة لا خلل فيها ولا تلوث، حتى جاء الإنسان فاستوطنها وراح يعبث فيها يوماً بعد يوم؛ وركب قاطرة التقدم الصناعي السريعة منذ نهايات القرن السابع عشر الميلادي فازداد العبث، وتزايدت الأعباء التي أُثقل بها كاهل المسكينة الجميلة النظيفة فتحولت إلى عكس ذلك.. اللهم إلا قليلاً من المنتجعات والمحميات الطبيعية التي نأمل أن يظل الحفاظ عليها قائم ومتواصل.

لا مبالغة في أن التقدم الصناعي الضخم الذي مُنيت به البشرية أصبح مارداً جباراً يُهدد أمن البيئة، وطمأنينة الطبيعة النقية.. مما ألقى بالرعب في قلوب جماعة من الناس، أسموا أنفسهم بـــ (أحباء البيئة وأنصارها)، ورفعوا لافتات الغضب لأجلها، وأعلنوا حملات الدفاع عنها.

تغلغلت هذه الجماعة الذكية في صفوف المجتمع المدني الدولي، وجعلت من ضمن واجباتها الكثيرة تنبيه الحكومات، وإرشاد الناس إلى أهمية الحفاظ على البيئة وإبقائها جميلة متوازنة، من أجل حياة جميلة متوازنة، ولأجل أن تصل إلى الأجيال المتلاحقة هي الأخرى جميلة متوازنة.

لا يمكن لأحد أن يُماري في أهمية ذلك الدور الذي تلعبه الجمعيات الأهلية في توعية الأفراد بشأن الحفاظ على البيئة، من خلال ما تعقده من مؤتمرات توعية، وحلقات نقاش، وما تُقدمه من خدمات جليلة – حتى ولو كانت في بعض الأوقات متواضعة – بما أنها تمثل لبنة توضع بجوار اللبنات الأخرى التي تضعها الحكومات الذكية المخلصة في الصرح البيئي العالمي.

من هنا ندعوا الجميع أن يكونوا محبين لبيئتهم، أنصاراً للحفاظ على جمالها، والرقي بها، حتى ولو لم ينضموا إلى جمعيات أهلية، أو لم يكونوا في موضع المسئولية. ذلك بأن الحب لا ينبع فقط من المسئولية، غير أن المسئولية تنبع– دائماً

– من الحب. ولا نلحظ شكاً – أبداً – في أن الجميع يُحب البيئة؛ النظيفة.. الطاهرة.. الخالية من الفساد شكلاً وموضوعاً!!

عندما كانت البيئة بكراً!!

يوم كانت البيئة بكراً.. كانت كلوحة فنية يمكن تصورها بكل بساطة إذا أُزيلت الرتوش عن اللوحة الحالية.. أو هي سيمفونية عبقرية يمكن سماعها بكل سهولة إذا رُفع النشاز والأصوات المنكرة عن المعزوفة الحالية.

يوم كانت البيئة بكراً.. كان الناس ينتجون أفكارهم، وينجزون مهامهم، ويصنعون حضاراتهم بكل سلاسة وأريحية.. وكانت العقول تتلذذ بالإبداع.. وكانت العيون تتلذذ بالانتاج.. وكانت الأنوف تتلذذ بأريج الطبيعة الفريدة.. من شذى زهرة، أو حتى عود قش يحترق لأجل عمل فنجان قهوة.. أو عود حطب يُشعل لأجل شواء على طرف الصحراء.. ولم يكن يدرِ بخلد كائن من كان أن زمان يأتي يسحق فيه الإنسان براءة حياته الغضة، ويُحيلها فوضى وأمراض– بما كسبت يداه– بحجة التقدم العلمي.. وأي تقدم لم يرعَ للحياة الهادئة الصحيحة الجميلة حرمتها فما له من أيدٍ ناعمة يمدها للبشرية.. بل أياديه يومئذٍ سوداء.. خشنة.. قاصفة.. مدمرة!!

يوم كانت البيئة بكراً.. كانت الحيوانات ترتع في البرية في اتزان وتناغم؛ تعزف معاً لحناً واحداً تطرب الآذان لسماعه.. واليوم بعد أن هدد التلوث الكثير منها فهي في هياج واضطراب وتوتر، وبعضها يؤول مصيره – ولا حول ولا قوة إلا بالله العلي العظيم – إلى الانقراض من فوق تلكم البسيطة!!

يوم كانت البيئة بكراً.. كانت الأرض كلها – إلا بعض الاستثناءات الطفيفة التى قطع فيها الإنسان الغابات واستغل أشجارها، وأقام مكانها عمراناً كاملاً – عبارة عن محمية طبيعية كبرى.. واليوم الحال على النقيض تماماً.. فما بقى حول العالم

من بقع لم تمتد إليه يد العبث اعتبره العقلاء محمية طبيعية.. والمحمية مكان بكر – لم يُلوث بعد – يحوى أصنافاً من الكائنات الحية النادرة، أو المُعرضة للانقراض.. وهذا ما يكشف لنا عن تأثير الثورة الصناعية على الأرض وسكانها منذ منتصف القرن السابع عشر الميلادي.. فكم من أنواع ضاعت وسط هذا الزخم الصناعي والهرولة تجاه الثراء.. والمدهش في الأمر أن العلماء يزيحون اليوم لثاماً تلو آخر عن أضرار مواد أعتبرت يوم انتاجها ثورة علمية وعبقرية بشرية.

يوم كانت البيئة بكراً.. كانت السلاحف البحرية تعرف طريقها، وتبني أعشاشها، وتضع بيضها بلا تدخل إنسي يقلقها، ويؤرق بالها.. وكانت أسباب تلوث الشواطيء، وعبث الإنسان وراء تدهور أعدادها، وتعرض بعض أنواعها للانقراض.

يوم كانت البيئة بكراً.. كانت الشعاب المرجانية تقبع فى سلام تحت سطح الماء.. وما ظاهرة ابيضاض الشعاب إلا واحدة من نتاجات التقدم العلمي المشئوم!!

يوم كانت البيئة بكراً.. كانت الإسفنجيات – وهي مصدر اقتصادي هام – منتعشة، تعيش حياة راغدة.. ثم جاء التلوث فقضى على ثروة هائلة منها عند الساحل الغربي لبلد كمصر.. وقد كانت يوماً ما من أجود أنواع الإسفنج ذائع الصيت عالمياً.

يوم كانت البيئة بكراً.. كان المصري القديم – وكذا كل حضارة شقت أرضها أنهار – يمد كفيه إلى مياه النيل فيملأهما ويصل بهما إلى فيهِ فيرتوي دون أن يشك لحظة فى أنه قد يتعرض لوباء.. نعم.. لم تكن مياه الأنهار قد عرفت – وقتذاك – التلوث بمياه الصرف والمجارير.. واليوم ما لم تكن زجاجة مياه الشرب مغلقة (ببرشام) محكم فلن يجرؤ أحد على أن يمد إليها يده!!

يوم كانت البيئة بكراً.. كان أقصى دخان تراه العين لفرن يُنضج خبزاً أو فطيراً.. أو لموقد يطهو غذاءً أو شواءً.. أما اليوم فألسنة اللهب لا تكاد تنطفيء

برهة.. وسحابات الدخان الأسود البغيض تغطي سماء المدن والقرى ليل نهار، حتى لم يعودا يُعرفا – أي الليل والنهار – من بعضهما البعض!!

يوم كانت البيئة بكراً.. كان الناس يسيرون فى الشوارع.. وفى أسفارهم.. يتنفسون هوْاءً مُنعشاً.. ونسيماً عليلاً.. فتملأ صدورهم البهجة.. وتزهو نفوسهم بالارتياح.. أما اليوم فمن ذا الذي لا تُكدر رئتيه أدخنة العوادم.. وغبار المخلفات على جنبات الطريق.. ومقالب القمامة – هنا وهناك – وكأنها معالم سياحية لحضارة القرون المتقدمة؟!

يوم كانت البيئة بكراً.. كان الإنسان ينزل إلى مياه البحر ليسبح مُستمتعاً بوقته. واليوم في نزوله مُخاطرة كُبرى لتعرضه إلى أمراض وعلل جراء تلوث المياه بشتى أنواع الملوثات البيولوجية والكيميائية.

يوم كانت البيئة بكرًا.. كانت العيون تلحظ الجمال الرباني – وقد تربت عليه– فتقر به وله.. أما اليوم فكل شيىء عبارة عن مُحاكاة لما كانت عليه البيئة حين كانت بكراً.. فاليوم هم يشيدون قرى ومُنتجعات، ويشقون بها ترعاً وبركاً صناعية.. ويغطون أديم الأرض ببساط أخضر صناعي.. وهكذا.. ليوهموا أنفسهم وغيرهم بأن البيئة لا تزال بكراً.

ولعل المضحك – أو ما يجلب السخرية – أنهم يقيمون هذه المنشآت فوق أنقاض – أو قل أشلاء – لنظم بيئية كانت قبل ذلك الفعل متزنة.. أو لمواقع جُردت من صفاتها اللصيقة لخدمة مثل أولئك المنتفعين.. ثم هم يضحكون على السائحين بإقامة رحلات سفاري فى عرض الصحاري الوعرة!!

يوم كانت البيئة بكراً.. كانت بالحياة أيضاً مُشكلات فهذه السُنة التى خُلقت عليها.. لكنها لم تكن بحال من الأحوال مُشكلات بيئية – أو قُل كوارث – ناتجة عن عبث الإنسان!!

ربما وفرت الحياة المدنية الحديثة أساليباً جديدة الرفاهية لم يحظِ بها الإنسان في القرون المنصرمة.. لكنها تظل زينة وليست قيمة.. والفرق بين الزينة والقيمة لمن لم يدقق في المعنى؛ أن الزينة إنما هى شيىء يُضاف على شيىء أو إلى شيىء غير قيم ليجلب إليه ميزة ما وليشد إليه الأبصار أو ليروج له.. أما القيمة فهى شيىء على النقيض تماماً، يستمد قوته من معرفة العقلاء بجوهره.. أما الجهلاء فلا يدرون عن ذلك شيئاً.. أو ربما لم تنل القيمة إعجابهم من الأساس.

والآن يعن لي سؤال واحد:

هل من شأن الحضارة أن تبني الإنسان وما حوله.. أم تهدم الإنسان وما حوله؟؟

الإجابة على هذا السؤال تلخص – بكل تأكيد – الحاصل اليوم على سطح الأرض.. ولا أعرف فائدة لرفاهية يحصد من ورائها الإنسان الأوبئة والأورام والتخلف العقلي والمرض النفسي العُضال.. وإن كنت أروج إلى فكر كهذا فقد سبقني إليه علماء وفلاسفة ودُعاة حقوق وأنصار لحرية الأرض.. فما الرجوع إلى الطبيعة في الغذاء والدواء إلا نتاج حتمي لثمن هذه الرفاهيات المزيفة، أو المزينة!!

دعاوى كتلك يجب أن تشق طريقها إلى الآذان والأذهان فى وقت واحد.. ليس من أجل الذين يكتبون هذه السطور وأشباهها.. بل من أجل أبنائهم وأحفادهم وأجيال سوف تقف طويلاً تلعن الذين سبقوهم ودمروا لهم أرضهم ومياههم وهواءهم!!

يوم كانت البيئة بكراً.. كانت أمورها المناخية من مطر ورياح ودرجات حرارة أكثر استقراراً عن اليوم.. لذا يجب ألا يألوا الجميع جهداً لحل المشاكل المؤدية إلى ذلك الاضطراب.. وأول من تقع على عاتقه تلك المسئولية الدول الصناعية الكبرى.. ولعل في وصفها بالصفتين الأخيرتين تكمن التهمة.. فهم من لوثوا العالم، وصدروا التلوث إلى كل شبر احتلوه منه، ثم هم يُنكِسون رؤوسهم،

ويلعنون الفقراء، ويتهمون – كعادتهم – كل أحد غير أنفسهم بالجهل والتخلف والسوقية.. فأي نفع جنته البشرية من وراء ذلك التقدم العلمي الزائف.. وهل كان الإنسان يوم كانت البيئة بكراً بلا أيدٍ، أو أرجل.. هل كان بلا قلبٍ أو عقل.. هل كان بلا أحلامٍ أو أمنيات.. أم هل كان بلا حضارة؟!

أفيقوا أيها الناس، واسمعوا لصوت الحق.. فلإن أردنا العودة إلى يوم ذاك فليعلن كل منا ولاءه لهذا اليوم القديم.. لعله يعود.. احلموا بيوم كانت البيئة بكراً، تعود لكم – بإذن الله تعالى – بكراً.

خط فاصل بين الحياة والموت:

لكي يعيش الإنسان حياة بسيطة – بغض النظر عن كونها كريمة أم لا، آدمية أم غير – فإنه بحاجة أساسية إلى ثلاثة عناصر، هي: الماء.. الهواء.. الغذاء.. خلال هذه السطور سنسلط الضوء على الماء وبيئته وتلوثه، والذي إذا ما تحقق لشعب من الشعوب صار كارثة مؤكدة لا مراء فيها!!

نعم.. فتلوث المياه يعد حقاً كارثة بيئية بكل المقاييس، ومن يماري في ذلك يجب أن يعزل نفسه عن استخدام الماء في حياته كلياً، أو أن يستخدمه كالإنسان البدائي بلا أية محاذير.. وفي كلتا الحالتين سيبرز له جلياً أهمية ما نقول!!

في البداية، يقول الله سبحانه وتعالى فى قرآنه العزيز: "وجعلنا من الماء كل شيء حي" (الأنبياء: 30)، فهو أصل كل شي حي على وجه الأرض، وطالما هو أساس الحياة فحدث عن فوائده ولا حرج، منها على سبيل الذكر ما يلي:

✓يغطي الماء نحو 71% من الأرض..

✓يُعد المكون الرئيسي في تركيب ماده الخلية الحية..

- ✓الماء ضروري لحدوث جميع العمليات الحيوية التي تتم داخل الكائنات الحية..
- ✓يكون الماء نحو 65- 73% من جسم الإنسان..
- ✓يشكل الماء 97.8% من تكوين الدم..
- ✓يشكل الماء نحو 75% من تكوين مخ الإنسان..
- ✓يكون الماء نحو 70% من الخضروات..
- ✓يكون الماء نحو 90% من الفاكهة..
- ✓يكون الماء نحو 90% من أجسام الكائنات الحية غير الراقية (بكتيريا – طحالب – فطريات)..
- ✓الماء ضروري لجميع المخلوقات عند العطش..
- ✓الماء ضرورى لتحضير الأدوية والمنظفات والمطهرات..
- ✓الماء ضروري لتحضير كافة أنواع الطعام والشراب..
- ✓الماء ضروري فى الاغتسال، والاستحمام، وسائر أعمال النظافة..
- ✓لا يوجد رى أو زراعة بلا ماء..
- ✓يُستخدم الماء كوسط لنقل الركاب والبضائع من خلال السفن والقوارب..

البيئة البحرية: المفهوم والمكونات والأهمية:

المفهوم:

تُعرف البيئة – بشكل عام – على أنها **"كل ما يحيط بالكائن الحي"**.. غير أنها تُعد لفظة شائعة الاستخدام، وحيث توجد علاقة بين الإنسان والمكان المحيط به يظهر لها مدلول، فتتنوع ألفاظها بتنوع هذه العلاقات. فتكون لدينا – مثلاً – البيئة المائية، والبرية، والزراعية، والصناعية.. ويكون هناك البيئة الاجتماعية، والثقافية،

والفنية، والسياسية.. وفي ذات السياق يتضح أن مفهوم البيئة يشمل جميع الظروف والعوامل الخارجية التي تعيش في ظلها الكائنات الحية المختلفة بحيث تؤثر فيها وتتأثر بها.

وبالنسبة للبيئة البحرية، فإن البحر يُعرف على أنه "مسطحات من المياه المالحة التي تجمعها وحدة متكاملة في الكرة الأرضية جمعاء، ولها نظام هيدروجرافي واحد".. أو هو "مساحات من المياه المالحة المتصلة ببعضها البعض اتصالاً حراً طبيعياً".. فيما قيل عن البيئة البحرية أنها "المنطقة البحرية التي تمتد في حالة مجاري المياه إلى حدود المياة العذبة بما في ذلك مناطق تداخل أمواج المد وممرات المياه المالحة".. أو – حسب قانون البحار عام 1982م الوارد في اتفاقية الأمم المتحدة – هي "نظام بيئي أو مجموعة من الأنظمة البيئية في المفهوم العلمي المعاصر للنظام البيئي، الذي ينصرف إلى دراسة وحدة معينة في الزمان والمكان، بكل ما ينطوي عليه من كائنات حية في ظل الظروف المادية والمناخية، وكذلك العلاقة بين الكائنات الحية بعضها ببعض، وكذا علاقاتها بالظروف المادية المحيطة بها".

مكونات البيئة البحرية:

يعرف العلماء النظام البيئي على أنه "مساحة من الطبيعة تحتوي على مكونات حية وأخرى غير حية، وتشمل المكونات الحية جميع الكائنات الحية سواء كائنات دقيقة أو نبات أو حيوانات، ومن الطبيعي أن يكون هناك تفاعل (علاقة) ما بين هذه الكائنات وبعضها البعض، هذه التفاعلات (العلاقات) قد تكون إيجابية (أي يستفيد كلا الكائنين من بعضهما البعض أو قد يستفيد كائن واحد دون أن يؤثر على الكائن الآخر) أو سلبية (بحيث يتضرر أحد الكائنين)".

يهيىء النظام البيئي الظروف المناسبة للنباتات والحيوانات لكي تعيش، ويجدد العناصر اللازمة لإبقائهم أحياء فيما يُعرف بالـ (**الإتزان البيئي**)، وعلى هذا الأساس تتكون دورة الحياة من أربعة عناصر رئيسية:

1- ضوء الشمس، الماء، الأكسجين، وثاني أكسيد الكربون، والمركبات العضوية، وبعض المركبات الغذائية التي تحتاجها النباتات للنمو، فيما يُعرف بـ (**العناصر غير الحية**)..

2- النباتات سواء البرية أو المائية، والتي بعملية التمثيل الضوئي تحول ثاني أكسيد الكربون والماء إلى كربوهيدرات التي تحتاجها النباتات نفسها أو كائنات حية أخرى في النظام البيئي، وعلى ذلك فالنبات يُعد هنا (**كائن منتج**)..

3- **المستهلك** الذي يعتمد على المنتج (النبات)؛ وهو الحيوانات أكلة الأعشاب (مثل البقر والماعز) هي مستهلك أولي لهذه النباتات لأنها تتغذى عليها بصفة رئيسية، الحيوانات أكلة اللحوم (مثل الإنسان والحيوانات الأخرى أكلة اللحوم) هي مستهلك ثانوي لأنها تأكل الحيوانات أكلة الأعشاب..

4- **المحلل** أو **المكسر**؛ وهي كائنات حية مثل البكتيريا والفطريات والحشرات تقوم بتحليل المنتجات الميتة إلى عناصرها الكيميائية وإعادتها للنظام البيئي ليتم إعادة استخدامها ثانية.. ويتكون النظام البيئي من دورة حياة التي يتحول فيها فضلات الحيوانات إلى غذاء للتربة والبكتيريا.. والتي بدورها تنتج منه مواد غذائية للنبات والحيوانات..

من هذا المنطلق، نجد أن التنوع البيولوجي وقد تجلى - بوضوح - في البيئة البحرية نظراً لأنها تغطى - متمثلة في البحار والمحيطات - أكثر من 71% من مساحة الكرة الأرضية، وتحتوي على العديد من الكائنات الحية، بما يضم كل ما سلف وذكر لتوه عن عناصر النظام البيئي..

يعرف العلماء – أيضاً – البيئة البحرية على أنها **بيئة المياه المالحة**، حيث تكون نسبة الملوحة (20 ـــــ 40%). وتشمل البحار والمحيطات والمناطق المرجانية ومنطقة تحت المد والجزر وبين المد والجزر ومناطق الشواطيء الرملية والطينية أو الصخرية. للمحيطات أهـــمية بيئية عظيمة حيث تلعب دوراً أساسياً في دورة المواد العضوية وانتاج الأكسيجين، وبذلك تدخل في تنظيم مكونات الغلاف الغازي الذي نتنفس منه، وتحافظ على الموازنة الحرارية العالية. كما تُعد – هي والبحار – مستودعات ضخمة للعديد من الموارد الطبيعية مثل البترول والغاز الطبيعي والكائنات المفيدة للإنسان. وتشتمل المحيطات على تنوع هائل من الكائنات الحية التي تتأثر في حياتها وتوزيعها بعدد من العوامل، مثل: الضوء، المواد المغذية، درجة الحرارة، نسبة الملوحة، درجة الأس الهيدروجيني، نسبة الأكسجين المذاب، حركة المد والجزر، التيارات المائية.

ومن حيث الطبيعة البحرية لهذه البيئة نجد أن أجزاءها المترامية تترابط معاً من خلال التيارات المائية التي تولدها الرياح أو كنتيجة لعمليات المد والجزر الناتجة عن جاذبية القمر وعن عمليات الحمل التي تنجم بسبب برودة الطبقات العليا ومن ثم هبوطها وصعود الطبقات السفلى الأكثر دفئاً. والتيارات المائية واحدة من ثلاث: التيارات المائية السطحية، والتيارات المائية الوسطية، والتيارات المائية العميقة.

ولعل أهم ما يحكم النظام البيئي البحري عاملان أساسيان، هما: الأكسجين الذائب بالمياه، وأشعة الشمس. إذ يدخل الأكسجين إليه من الغلاف الغازي عبر التفاعل بين الهواء فوق والماء تحت، إذا كان تركيزه – أي الأكسجين – في الغلاف الغازي أعلى من تركيزه في المياه، بينما يحدث العكس مع العكس. أيضاً يدلف الأكسجين إلى المياه من خلال عمليات التمثيل الضوئي للمروج البحرية الخضراء من حشائش وطحالب. تلعب درجات حرارة المياه دوراً ملحوظاً في نسبة الأكسجين

الذائبة، والعلاقة هنا عكسية تماماً إذ كلما ارتفعت درجة حرارة المياه تناقصت كمية الأكسجين الذائبة، فضلاً عن أن ارتفاع درجة حرارة المياه تنشط تحلل المواد العضوية ومن ثم يزداد معدل استهلاك الأكسجين، حتى إذا نزع تماماً اختفت ظروف التحـــلل الهـــوائي وبرزت ظروف نقيضة هي التحلل اللاهوائي، مترتباً على ذلك انبعاث الغازات السامة كالميثان والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين.

أما أشـــعة الشمس فهي سر الحياة على الأرض كونها السبب في عملية البناء الضوئي، ومن ثم انطلاق الأكسجين. وهي في البيئة البحرية تتأثر جدياً بالعمق، حيث لا يمكنها اختراق عمـــق مائي يزيد عن 200م، مما يحد عملية التمثيل الضوئي فوق هذا العمق. كما تتأثر قدرة الأشعة الشمسية على النفاذ بعدة عوامل من أهمها درجة شفافية المياه، والعلاقة بينهما – من المعلوم – طردية، أي كلما ارتفعت معدلات الشفافية زادت قدرة الشمس على اختراق المياه.

والبيئة البحرية في معناها العام والذهني هي البحار والمحيطات، لذا فليس من بد أن ننوه – فقط – عن بعض المعلومات الهامة حولهما..

أبعاد المحيطات وأشكالها:

المحيطات كما تم تعريفها بواسطة **(بيكارد)** في عام 1994م "هي أحواض علىً السطح الصلب للأرض مملوءة بالماء المالح"، تغطي البحار والمحيطات حوالي 71% من سطح الأرض، بينما 29% مغطى باليابس.. ويقترب متوسط عمق المحيطات من 4000 متراً بينما يبلغ متوسط عمق البحار حوالي 1200 متراً أو أقل.. هذا، ويوجد خمسة محيطات رئيسية على سطح الأرض:

1- المحيط الجنوبي..

2- المحيط الأطلنطي..

3- المحيط الهاديء..

4- المحيط الهندي..

5- المحيط المتجمد الشمالي..

تفصل القارات المعروفة هذه المحيطات بعضها عن بعض فيما عدا المحيط الجنوبي فليس له يابس في حدوده الشمالية تفصله عن بقية المحيطات، وبالتالي فلقد اتخذ خط تخيلي عند خط عرض 40 جنوباً ليُعتبر هو الحد الشمالي الذي يفصل المحيط الجنوبي عن المحيطات الأخرى، وقد أُختير هذا الحد طبقا للخواص الفيزيائية لمياه المحيط ولطبيعة حركة المياه عند هذا الحد.

هناك أحواض أخرى في قشرة الأرض ولكنها أصغر في المساحة والحجم من المحيطات المذكورة يُطلق علي هذه الأحواض إسم البحار.. حيث يحيطها اليابس من جميع الجوانب وقد تتصل بالمحيطات عن طريق فتحة صغيرة. ومن أمثلة هذه البحار؛ البحر المتوسط - البحر الأحمر- خليج المكسيك - البحر الأسود - الخليج العربي وغيرها. وجدير بالذكر أن لفظ البحر يمكن استخدامه لأجزاء معينة (الأحواض أيضاً) داخل البحر أو المحيط الواحد نفسه إذا كان لمياه هذا الحوض الصغير خواص طبيعية متجانسة. مثال لذلك بحر النرويج - بحر اللبرادور (في المحيط الأطلنطي) أو البدر الادرياتيكي - بحر إيجه - بحر ليفانتين (في البحر المتوسط).

يُعد المحيط الهاديء أكبر المحيطات مساحة فمساحته تقدر تقريبًا بمساحة المحيط الأطلنطي والهندي مجتمعان؛ إذا ضمت مساحة المحيط الجنوبي إلى المحيطات المجاورة له فإننا نجد أن مساحة المحيط الهاديء تشغل حوالي 46% من المساحة الكلية للبحار والمحيطات؛ أما المحيط الأطلنطي فيحتل حوالي 23%

والمحيط الهندي حوالي 20%، أما باقي البحار والمحيطات فيكونوا حوالي 11% فقط.

عند مقارنة أعماق البحار والمحيطات بارتفاع اليابس فوق مستوى سطح البحر فإننا نجد أن المحيطات أكثر عمقاً من ارتفاع اليابس؛ فبينما نجد أن ارتفاع 11% من سطح اليابس يكون أكبر من 2000 متر فوق مستوى سطح البحر فإن 84% من قاع البحار والمحيطات أكبر من 2000 متراً عمقاً. ومن المعروف أن أعمق نقطة في قاع المحيط أطول من أعلى قمة مرتفعة فوق سطح اليابس مثال لذلك ارتفاع **(قمة إفرست)** حوالي 8840 متراً، بينما أعمق مكان سُجل في المحيطات كان حوالي 11524 متراً في أخدود **(ميندان)** غرب المحيط الهاديء. وعلي الرغم من أن متوسط عمق المحيطات 4 كيلومتر إلا أن هذه المسافة الرأسية تعتبر صغيرة جداً بالمقارنة بالمسافة الأفقية لحدود المحيطات والتي تتراوح بين 5000 و15000 كيلومتراً.

وتتألف البيئة البحرية – بشكل عام – من منطقتين رئيسيتين:

1- المنطقة الساحلية:

يُقصد بها المنطقة التي يحدث فيها التقاء اليابسة مع الماء. ويميزها بعض العلماء بكونها المنطقة الممتدة بين خط المد والرصيف القاري. وتشكل نحو 8% من المحيطات والبحار إلا أنها تحوي 90% من النباتات والحيوانات، لذا تعج بالمصادر المتجددة كالأسماك، بل وتُعد من أهم مناطق صيد (القد، والسلمون، وغيرهما)، وبالمصادر غير المتجددة كالبترول والغاز الطبيعي والمعادن (تؤثر سلباً على البيئة البحرية). وتتنوع المنطقة الساحلية من مكان لآخر، ومن مناخ لآخر. فتُعد مصبات الأنهار واحدة من بيئات المنطقة الساحلية الملفتة، والتي تتكون عند اختلاط مياه النهر العذبة بمياة البحر المالحة، منشأة نظام بيئي مميز، تساهم الأنهار في رفع

انتاجيته – بشكل ملحوظ – عبر دفق كميات هائلة من المواد العضوية، والمغذيات النباتية. وتعزز المناطق الساحلية الدافئة (درجة الحرارة لا تزيد عن 20 درجة مئوية) – أيضاً – نمو الشعاب المرجانية مُشَكِلة بها أنظمة بيئية فريدة تضم أنواعاً شتى من الحيوانات والنباتات البحرية، وفي الوقت ذاته يميزها كونها حساسة جداً لأي تغيرات طارئة، تنجم عن الأنشطة البحرية البشرية المختلفة، وكذا التغيرات المناخية التي مُنيت بها الكرة الأرضية في السنوات الأخيرة.. **وفي مذاهب علمية أخرى يقسم العلماء المنطقة الساحلية نفسها إلى منطقتين:**

أ– منطقة ما بين المد والجزر:

وهي المنطقة الممتدة بين أعلى نقطة يصل إليها الماء وقت المد وأدنى نقطة يصل إليها الماء وقت الجزر، لذا فهي تُغمر بالمياه وتتكشف يومياً. وتكون هذه المنطقة غنية بالأكسجين الذائب والمواد العضوية، وتكثر فيها الحيوانات الحفارة مثل السرطانات والقواقع وبعض الرخويات والديدان والتي تقطن الشواطيء الرملية. وعلى الشواطيء الصخرية تعيش الكائنات الحية التي تلتصق بالسطوح مثل الطحالب الخضراء والبنية والحمراء والمحار وغيرها.

ب– منطقة الجرف القاري:

هي المنطقة المحصورة بين خط الجزر والحرف القاري، وأقصى عمق تصل إليه هو 180م فقط. وتتميز الحياة هنا بتنوعها ووفرتها بحيث تعيش فيها معظم أنواع الأسماك. والانتاجية هنا عالية نسبياً؛ ويرجع ذلك إلى وفرة النترات في هذه البيئة من جهة (مصدر النيتروجين في عملية البناء الضوئي) وضحولة مياهها من جهة أخرى مما يسمح لاختراق الأشعة الشمسية لهذه المياه.

2– البيئة المحيطية (أعالي البحار):

يحددها العلماء بوقوعها فيما وراء حدود البيئة الساحلية – أو ما يُعرف كذلك

بالرصيف القاري – تجاه البحر المفتوح. وتشكل من حيث المساحة حوالي 90% من المساحة الكلية للبحار والمحيطات، غير أنها لا تحوي إلا 10% فقط من الكائنات الحية البحرية. لذا فهي – بيولوجياً – غير منتجة بالنسبة لمساحتها الشاسعة، إذ المغذيات النباتية غير وفيرة بدرجة تسمح بذلك. ومع هذا فأعماق المحيطات تضم بين جنباتها علامات وميزات؛ كالجرف القاري، والأخاديد البحرية، والجبال البحرية، والسهول البحرية، والأنهار البحرية (سنذكرها حالاً بعد التقسيم التالي للبيئة المحيطية). هذا.. **ويمكن تقسيم البيئة المحيطية إلى ثلاث طبقات واضحة المعالم كما يلي:**

أ- **الطبقة العليا** من المياه تلك التي تدخلها أشعة الشمس بتركيزات كافية لعملية البناء الضوئي وتُعرف بـ **(المنطقة المضاءة)**؛ وهناك نلحظ سلاسلاً غذائية مكونة من الهائمات النباتية والحيوانية والأسماك الصغيرة تعيش قريباً من سطح الماء، فيما تتغذى الأسماك الأكبر حجماً كالتونا والسيف على هذه الصغيرة..

ب- **طبقة تحت عليا**، وتُعرف بـ **(منطقة أعماق البحار)**، وتقع تحت الطبقة السالفة ودرجة حرارتها أبرد.. وينفذ إليها الضوء بتركيزات لا تكفي لحدوث عملية البناء الضوئي..

ت- **الطبقة السفلى**، وتُعرف بـ **(منطقة قاع البحار)**، وهي طبقة مظلمة وبادرة (تقترب حرارتها من درجة التجمد). وتقل فيها حركة المياه، ويرتفع الضغط، وتتاخم بل وتلتحم بقعر المحيط. وتتواجد هناك البكتيريا المحللة والأسماك التي تقتات على الكائنات الميتة، والفضلات التي تهوى من فوق. لفتت هذه الطبقة نظر علماء البيولوجيا – لاسيما الميكروبيولوجيين – منذ أربعة عقود تقريباً، إذ لم يتصوروا يوماً أن تعيش البكتيريا هكذا مطمئنة في أعماق مياه المحيطات.. فحتى الثمانينات من القرن التاسع عشر، ساد اعتقاد بأن قعر المحيط خالٍ تماماً

من صور الحياة، ولم يكن العلماء يتصوروا أن الحياة يمكن أن تتواجد تحت عمق 600 متراً في البحار أو المحيطات بحال من الأحوال؛ ولكن في عام 1884م كسر العالم الفرنسي **(سيرت)** هذا الاعتقاد باكتشافه ميكروبات في عينات من ماء البحر تمَّ استخراجها من عمق 5100 متراً، ومع ذلك فإن تصور وجود حياة في أعماق مظلمة أمر مستحيل إذ دون التمثيل الضوئي فلن يكون هناك مصدر للطاقة ولا للغذاء، وهذا ينفي بحسب هذا المعتقد وجود حياة. تجدد الأمر بعد عقدين من القرن العشرين وظهرت جلياً بفضل بيولوجي أمريكي في جامعة شيكاغو يُدعى **(باستين)** أولى الدلالات إلى أن الميكروبات إنما تعيش تحت سطح الأرض، وعلى عمق مئات الأمتار.. كان الفضول العلمي قد دفع **(باستين)** إلى التساؤل عن سر احتواء المياه المستخرجة من حقول النفط على الهيدروجين والبيكربونات ففسر ذلك اعتماداً على علمه بما يعرف بالبكتيريا المختزلة للكبريتات، والتي يمكنها أن تستغل الكبريتات في عمليات التنفس في الأماكن التي لا يوجد فيها أكسجين، فاستنتج الرجل أن مثل هذه البكتيريا لابد وأنها تعيش هناك - أيضاً - حيث يوجد النفط تحت سطح الأرض، ولابد أنها تُنتج كبريتيد الهيدروجين والبيكربونات عندما تقوم بتحليل المركبات العضوية في النفط. وفي عام 1977م بينما كان العالمان الجيولوجيان **(جون كورليس وجون إدموند)** يقومان باستكشاف الفوهات الهيدروحرارية التي ينبع منها الماء الحار في قعر المحيط على عمق 2800م بواسطة غواصة الأعماق **(ألفين)** وجدا حول هذه الفتحات تجمعّات من المحار، والسرطانات، وشقائق النعمان البحرية، وديدان أنبوبية يصل طول الواحدة منها إلى حوالي المترين، وأسماك كبيرة.. بل، وتضم أعماق المحيط الهادي - حسب تقديرات الميكروبيولوجيين - عددًا هائلاً من سلالات بكتيرية تشبه المكرونة الاسباجتي في صورة أبسطة ضاربة إلى

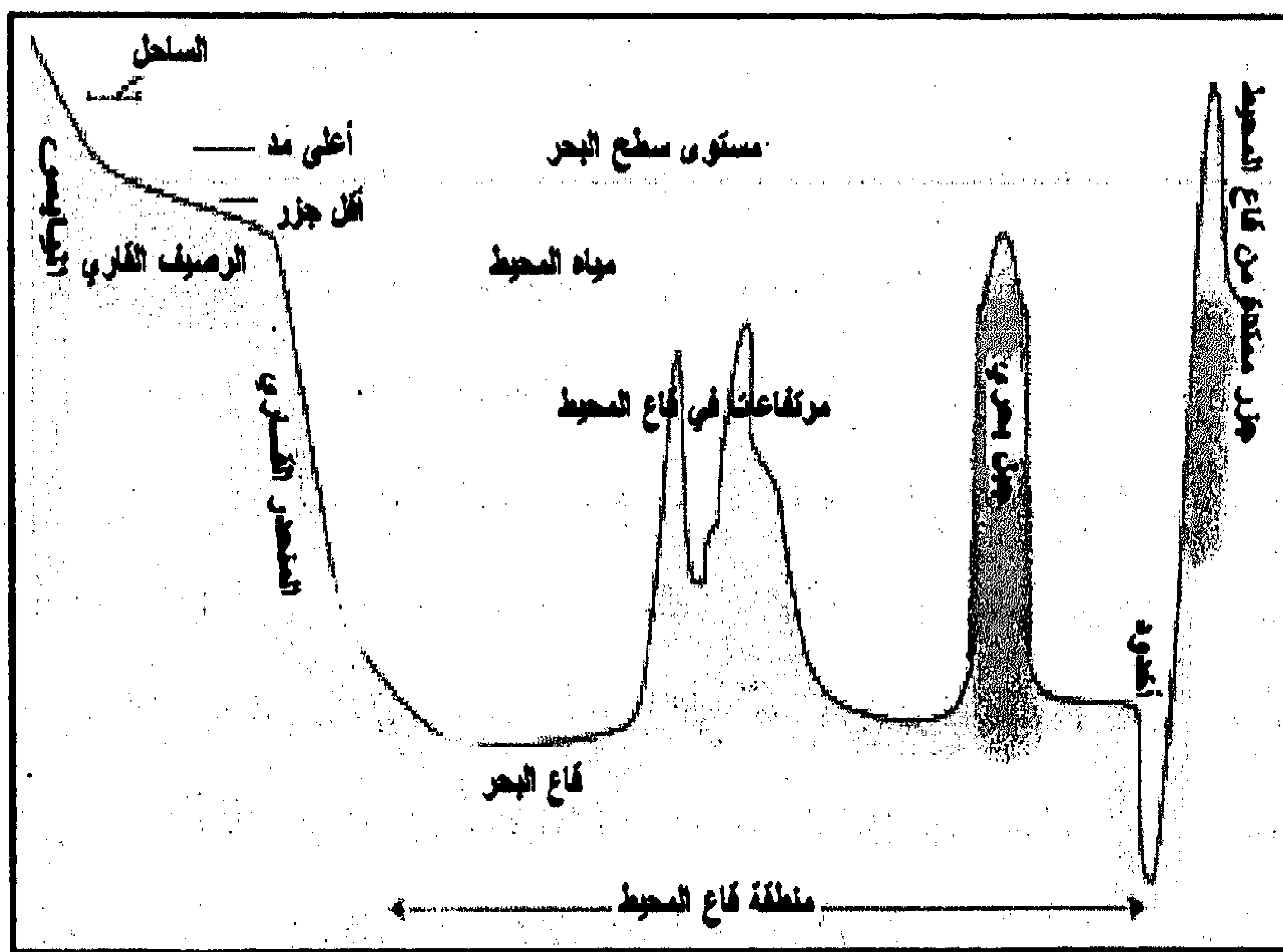
البياض، تتغذى على كبريتيد الهيدروجين في المياه المفتقرة إلى الأكسجين قبالة سواحل (**بيرو وتشيلي**). والمدهش في أمرها أنها تغطي فوق قاع المحيط مساحة شاسعة جداً. ويُقال أن الصيادين لا يتمكنون من رفع شباكهم من القاع – في بعض الأحيان – ليس لسبب آخر إلا لإنها تضم من البكتيريا أكثر مما تضم من صنوف القشريات كالجمبري. ومع ذلك فهذه البكتيريا السامة للإنسان تعد غذاءاً – كما أشرنا سلفاً – للجمبري وللديدان، ومن ثم فهي تثري الحياة السمكية في قاع المحيط الهادىء. قدر العلماء أن هناك واحداً بجواره 30 صفراً من الخلايا الميكروبية من مختلف الأنواع تقبع في المحيطات، وتزن حوالي 240 مليار فيل إفريقي.. وللعلم فالميكروبات هنالك تمثل ما بين 50–90% من الكتلة الحيوية في البحار، بل وأن هذه البكتيريا لتغطي مساحة بحجم دولة اليونان (حوالي 130 ألف كيلومتر مربع).. وتزن ما يحتويه المتر المربع من القاع بما يوازي كيلوجرام واحد.. سُجل تواجد الميكروبات على عمق 842 متراً.. لكن عثر العلماء على أنواع من الميكروبات تعيش على عمق وصل حتى 1626 متراً تحت قاع المحيط الأطلنطي. وذلك في رسوبيات متحجرة حرارتها مرتفعة تحت قاع المحيط قبالة ساحل (**نيوفاوندلاند**) في كندا. كما وعُثر على الميكروبات على عمق تحت قاع المحيط في رسوبيات يبلغ عمرها 111 مليون عام ودرجات حرارة من 60 إلى 100 مئوية.. يقترح العلماء أن الميكروبات المكتشفة قبالة (**نيوفاوندلاند**) ربما كانت تتغذى على غاز الميثان الدفين الذي تكون من النباتات المضغوطة منذ ملايين السنين. أو أنها كانت غير معتمدة على ضوء الشمس وتعتمد على الطاقة الجيوكيميائية مثل بعض أشكال الحياة حول الفتحات البركانية في قيعان المحيطات.. هذه التفسيرات ستعوق – حتماً – عمليات دفن الغازات الضارة الناتجة عن المصانع العاملة بمشتقات البترول داخل صخور مسامية على

أعماق من قاع البحر.. لاسيما وأن (**إتفاقية لندن**) سمحت مؤخراً بتخزين ثاني أكسيد الكربون في رسوبيات قاع البحر. لذا فمن المجازفة بمكان أن تُدفن الغازات هكذا، ولا يُعلم مصير التفاعل المحتمل حدوثه بينها وبين الكائنات التي تعيش هناك. تأهلت الميكروبات الصخرية تحت السطحية لتعيش بإسلوب ذاتي التغذية فتظهر باللون الأخضر حيث تصنع غذائها بنفسها من حبيبات المعادن، وتستمد طاقتها من المواد الكيميائية اللاعضوية في محيط معيشتها، أو قد تتغذى الأنواع الأخرى من البكتيريا هناك – تلك التي تبدو حمراء اللون – على المواد العضوية التي كونتها الأولى خضراء اللون. من المدهش في أمر هذ الميكروبات جمعاء أن تركيب الصخور في بيئتها المحيطة ينوعها تنوعا مبهراً. فمثلاً، قد تحتوي الطبقات الرسوبية المسامية، التي تسمح للمياه الجوفية بالتسرب خلالها، على مناطق غنية بالأكسجين أو ربما – أيضاً – على مناطق أخرى فقيرة منه. كما أنها مما لاشك فيه سوف تتغير تبعا لأنواع التفاعلات الكيميائية التي تستخدمها للحصول على حاجتها من الطاقة، فالميكروبات التي تعيش في الأعماق تنتشر في قشرة المحيطات والقارات على السواء، وتتواجد بوفرة لاسيما في التكوينات الرسوبية.. لكنها – مع ذلك – تموت في المواقع التي تتعدى درجة حرارتها 110 درجات مئوية.. هكذا اكتشف العلماء أنواعاً مختلفة من الميكروبات تعيش تحت سطح الأرض في موقع (**نهر سافانا**) على أعماق تصل لأكثر من 500 متراً، بل وعزل غيرهم في أماكن ودراسات أخرى ميكروبات مماثلة، عزلت من تكوينات ذات حرارة تصل إلى 75 درجة مئوية، وفي أعماق تمتد إلى 2800 متراً تحت سطح الأرض!!

بقى لكي نتعرف - بشكل عام - على طبوغرافية قاع البحار والمحيطات بفرض إننا اتجهنا من اليابس في إتجاه البحر فإنه توجد أربعة أشكال رئيسية لطبوغرافية القاع، وهي: الشاطيء - الرصيف القاري - المنحدر القاري، وأخيراً قاع البحر العميق كما هو موضح في الشكل التالي.

✓ **الشاطيء:**

يُعرف الساحل بأنه الجزء من كتلة اليابس المتاخم للبحر والذي تشكل بتأثيره. أما الشاطيء فهو حدود الساحل من جهة البحر؛ وتكون الشواطيء رملية عادة في حالة من التوازن الديناميكي أي أنها تتكون من الرمال طوال الوقت فالرمال دائمة الحركة على طول الساحل تحت تأثير الأمواج والتيارات الشاطئية.



شكل يوضح طبوغرافية قاع المحيط إجمالاً

- ✓ المنحدر والمرتفع القاري:

تبلغ القيمة المتوسطة للبعد الرأسي للمنحدر القاري (من الرصيف إلى قاع البحر) حوالي 4000 متراً وقد يمتد عمق هذا الامتداد الرأسي في مناطق أخرى إلى 9000 متراً في مسافة أفقية قصيرة نسبياً؛ ومن المظاهر المميزة للرصيف القاري والمنحدر القاري انتشار الأخاديد البحرية التي تنتشر في كل بحار ومحيطات العالم وهي بمثابة وديان في المنحدر وتكون ذات جوانب رأسية ويُعرف الجزء الأسفل من المنحدر القاري حيث يكون الانحدار إلى قاع البحر العميق تدريجياً بالارتفاع القاري؛ ويُعتبر الطين من رواسب القاع السائدة في المنحدر القاري مع بعض الصخور القليلة.

- ✓ **قاع البحر العميق:**

تتراوح أعماق 74% من المحيطات من 3000 إلى 6000 متراً. أما الأعماق الأكبر من ذلك فنسبتها 1% ويكون التباين في التضاريس أهم الأشياء المميزة لقاع البحر العميق؛ والصفات المميزة لهذه التضاريس هي نفس صفات تضاريس اليابسة. حيث يوجد في قاع المحيطات جبال ووديان وسهول؛ وتمثل هضبة المحيط الوسطي معظم الملامح الرئيسية لطبوغرافية قاع المحيط؛ إذ تمتد هذه الهضبة من الشمال وعلى امتداد منتصف المحيط الأطلنطي وحتى الجنوب ثم خلال المحيط الهندي والهادي. وتُعتبر هذه الهضبة فاصل طبيعي بين مياه القاع الشرقية ومياه القاع الغربية في المحيط الأطلنطي. وتنتشر الجبال البحرية المنفردة في المحيطات وتظهر بعضها على هيئة جزر في حين تبقى قمم أخرى تحت سطح المياه؛ وفي بعض القيعان يكون قاع البحر شديد الإستواء.

أعمق أجزاء المحيط هي الأخاديد التي يوجد أغلبها في المحيط الهاديء. هذه الأخاديد ضيقة الاتساع نسبة إلى طولها ولها أعماق تصل إلى 10 آلاف متر وتأخذ عادة شكل القوس من الدائرة. ويتم قياس الأعماق بواسطة الأجهزة الصوتية لسبر الأغوار وتُسمى **(مسبار الصدى)** أو **(الأيكوساوندر)** التي تقيس الزمن الذي تستغرقه نبضة صوتية في الانتقال من السفينة إلى القاع وانعكاسها مرتدة إلى السفينة؛ ويُحسب العمق بناتج ضرب نصف هذا الزمن في متوسط سرعة الصوت في الماء. ويمكن قياس الزمن بدقة كبيرة بالأجهزة الحديثة؛ وتعتمد الدقة في قياس الأعماق على مدى دقة القيمة المقدرة لسرعة الصوت في الماء إذ تتغير بتغير كل من درجة الحرارة والملوحة.

تأتي معظم رواسب قاع الرصيف القاري أو المنحدر القاري من اليابس، إما نقلاً بواسطة الأنهار أو محملاً بالرياح؛ أما رواسب قاع البحر العميق فإن كثيراً منها من أصل بحري أي أنها تكونت في البحر نفسه وتنقسم إلى الطفل الأحمر غير العضوي والحمأ العضوي؛ ويشتمل الطفل الأحمر على أقل من 30% من المواد العضوية، ومحتواه الرئيسي معدني، كما يحتوي على مواد بركانية وبقايا النيازك والشهب. أما الحمأ فأكثر من 30% من مكوناته ذو أصل عضوي ناتج من بقايا الكائنات الحية (العوالق). ويحتوي الحمأ الجيري على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم مصدرها أصداف العوالق الحيوانية. بينما يحتوي الحمأ السيليكوني على نسبة عالية من السيليكا من هياكل العوالق النباتية والحيوانية.

يتراوح معدل الترسيب على قاع المحيط بين 0.1 إلى 10 مم لكل ألف سنه إلا إذا تدخلت التيارات العكرة وأدت إلى ترسيب حمولتها وانزلاق الطين من المنحدر إلى قاع المحيط. وتختزن هذه الرواسب كثيراً من المعلومات عن التاريخ الماضي للمحيطات؛ ويبحث المشتغل بعلوم البحار الفيزيائية عما يمكن أن تعطيه

الرواسب من معلومات عن تحرك المياه فوقها في منطقة بعينها عبر التاريخ وعن درجات الحرارة.

✓ **الرصيف القاري:**

يُعرف أيضاً بالمنحدر القاري.. وهو امتداد قاري مغطى بالمياه بحيث لا يتعدى منسوب العمق فيه أكثر من 5% في المتوسط، وينحدر بسلاسة في اتجاه البحر.. ويتراوح عرض هذه المنطقة من صفر في ميامي بفلوريدا إلى أكثر من 800 كم في منطقة شمال سيبيريا من المحيط المتجمد الشمالي.. ويقع الرصيف القاري أسفل منطقة الجرف القاري؛ مكوناً نحو 8% من مساحة سطح البحار والمحيطات (أي حوالي 1/6 مساحة اليابسة على الأرض).. وفي نهاية الجرف القارى يوجد ما يُسمى بـــ **(الانكسار القاري)** عادة ما يظهر على عمق 120-200م، وأسفله ينحدر القاع بشدة ليكون ما يُسمى بـــ **(الانحدار القاري)**؛ الذي يعد الحد ما بين الكتلة القارية وقيعان البحار وعادة ما يصل متوسط العمق هنالك إلى نحو 3000 - 4000م.

ويمتد الرصيف القاري من الشاطيء جهة البحر بمتوسط انحدار قدره 500:1 ويزداد الانحدار إلى 20:1 مكونا المنحدر القاري المؤدي إلى قاع البحر العميق. ويبلغ متوسط عرض الرصيف القاري حوالي 65 كيلومتراً، وقد يقل عن ذلك كثيراً في بعض الأماكن؛ ويتم الفصل بين الرصيف القاري والمنحدر القاري على أساس منطقة انكسار الانحدار التي عادة ما تكون عند حوالي 130 متراً؛ وتُعتبر الرمال من أهم الرواسب السائدة في قاع الرصيف القاري، ونادراً ما نجد الصخور أو الطين. وتوجد معظم مصايد العالم على الرصيف القاري (يختلف هذا من مكان إلى آخر).

✓ **الأخاديد البحرية:**

تُعد الأخاديد البحرية بمثابة شقوق وأودية عميقة ذات حافات حادة ومتعرجة وذات شعب كثيرة وقد تكون متعامدة على الساحل قريباً من الأرصفة القارية.. ويتراوح عمقها من أعماق خفيضة إلى بضعة كيلو مترات.. وربما يستمر قاع البحر مسطحاً مستوياً فى عمق قليل ثم تنشق الأرض عن أخدود غائر فى منطقه الرصيف القاري فتظهر الأخاديد البحرية هنالك كالوديان على اليابسة.. ويذهب العلماء إلى أن الأخاديد الجيرية اللينة أو الطينية قد تكونت بفعل النحت الناجم عن تيارات أو ينابيع منبثقة من مناطق غائرة فى قاع المحيط، أما الأخاديد الجيرانيتية فتتكون – حسب زعمهم – نتيجه النحت الناجم عن سريان تيارات سفلية من المياه الصقلية المحملة بالرواسب، والتي هي السبب فى نشأة هذه الوديان المغمورة.. ويرى بعضهم أن الوديان البحرية ربما تمثل امتداداً لأنهار اليابسة ما دامت ممتدة من الشاطيء، وعلى الأرصفة القارية، وأنه حين ارتفع منسوب مستوى سطح البحر غُطيت بالمياه.. وللعلم فمثل هذه الأخاديد يقع بالقرب من شواطيء مصر الشمالية.

✓ **الجبال البحرية:**

كما فوق اليابسة جبال فعلى أرضية قاع المحيط السحيق جبال أيضاً فيما يُعرف بـــ (الجبال البحرية).. وترتفع هذه الجبال 1000م على الأقل عن أرضية قاع البحر المحيطة بها.. ومن المثير أن أطول سلسلة جبال على كوكب الأرض ليست على اليابسة بل تحت سطح البحر – وهي "سلسلة جبال وسط المحيط، التي تلتف حول الكرة الأرضية من المحيط القطبي الشمالي إلى المحيط الأطلنطي. وهذه السلسلة الجبلية أطول أربع مرات من السلاسل الجبلية: الإنديز، وروكي، والهمالايا مجتمعةً.. هذا، وتتفرد الجبال البحرية بتنوعها البيولوجي الثري؛ متمثلة في الغابات

المدهشة بألوانها، والمؤلفة من الشعاب المرجانية، والرخويات، والإسفنج، وقنافذ البحر، والعناكب البحرية، والقشريات التي تشبه الكركند.

✓ **الأنهار البحرية:**

كما فوق اليابسة تشق الأنهار لها طريقاً بالمياه العذبة، ففي المحيطات تشق أنهار عظيمة وتيارات بحرية كبيرة طريقاً هي الأخرى.. ولعل أقوى هذه الأنهار ما يُعرف بـ (كلف استيرين)؛ الذي يتحرك من سواحل أمريكا الوسطى، ويسير قاطعاً المحيط الأطلنطي حتّى يصل إلى سواحل أوروبا الشمالية.. والمعروف أنّ مياهه التي تسير من مناطق قريبة من خطّ الإستواء تكون حارة بل حتّى أنّ لونها يختلف عن لون المياه المجاورة.. ويبلغ عرض هذا النهر البحري حوالي 150 كيلومتراً.. وتبلغ أعمق نقطة فيه مئات الأمتار.. وتبلغ سرعته في بعض المناطق في اليوم الواحد نحو 160كم.. وتختلف درجة حرارته عن المياه المجاورة بحدود 10 ـــ 15 درجة مئوية، لذا يُطلق على ساحله الغربي (الجدار البارد).. ويسبب نهر (الكلف أستيرين) رياحاً حارّة دافعاً قسماً كبيراً من حرارته باتجاه مدن أوروبا الشمالية، ومؤثّراً على مناخ تلك البلدان بحيث يجعله معتدلاً لحد بعيد.. ويرى العلماء أن السبب وراء تكوين هذه الأنهار البحرية هو إختلاف حرارة المنطقة الإستوائية عن المناطق القطبية والتي توجد هذه الحركة في مياه البحار.

موضوع آخر ذو أهمية في فهم البيئة البحرية ومكوناتها العامة نعرج عليه بشيىء من الإيجاز المعقول، ألا وهو الأمواج البحرية، والمد والجزر..

✓ **الأمواج البحرية:**

تُعد الأمواج البحرية أحد الظواهر الطبيعية المألوفة لحركة المياه. وتوجد ليس فقط عند سطح البحر ولكن – أيضاً – داخل البحر عند أعماق مختلفة. وهناك

أنواع كثيرة من الأمواج البحرية فهي مرتبطة بالعوامل المولدة لها، **نذكر منهم الآتي:**

1- **أمواج الرياح..** وهي التي تتولد نتيجة تأثير الرياح علي السطح الفاصل بين البحر والهواء (سطح البحر)..

2- **الأمواج الموقوفة؛ وهي التي تتولد نتيجة التغيرات المفاجئة في الضغط الجوي فوق البحار..**

3- **الأمواج الداخلية؛ وهي التي تحدث عندما يوجد اختلافات رأسية في كثافة الماء أو بمعني آخر يتولد عند السطح الذي يفصل بين طبقتين مختلفتين في الكثافة..**

4- **أمواج الزلازل؛ وهي التي تتولد بفعل الزلازل في قاع البحار، أو عند الشواطيء..**

5- **أمواج الجاذبية؛ وهي أمواج ذات فترات موجية طويلة وتكون خاضعة لتأثير القوة الناشئة من دوران الأرض (قوة كوريوليس) وتتولد نتيجة التغيرات في شدة الرياح والتغيرات في الضغط الجوي..**

6- **أمواج المد والجزر؛ وهي تتولد بواسطة القوي الفلكية..**

وعند دراسة الأمواج البحرية لابد أن نراعي تأثير قوتين أساسيتين، هما:

1- الجاذبية..

2- قوة الانجراف الناتجة من دوران الأرض **(قوة كوريوليس)..**

من الضروري الأخذ في الاعتبار قوة التوتر السطحي عند دراسة الأمواج القصيرة جداً من حيث الطول الموجي مثل الأمواج الشعرية. وعموماً فهذه الأمواج القصيرة ليس لها تأثيراً عملياً في البحار. وتُعتبر الأمواج البحرية القصيرة الطول

الموجي من الأمواج الخاضعة لتأثير قوة الجاذبية بينما أمواج المد والجزر أي الأمواج طويلة الطول الموجي تُعتبر من الأمواج المتأثرة أكثر بقوة كوريوليس.

✓ **المد والجزر:**

ظاهرة المد والجزر هي تأثير الأجرام الكونية من كواكب ونجوم علي الموائع الأرضية من مياه وغازات. ويكون القمر والشمس هما أكثر الأجرام السماوية تاثيراً؛ لقرب القمر وكبر حجم الشمس ولكن تأثير القمر يحوي أكثر من نصف تأثير كل الاجرام السماوية الأخرى ومنها الشمس لبعد هذه الأجرام؛ وتكون أكثر وضوحاً على مياه البحار والمحيطات عند سواحل القارات، والحركة المدية تظهر في الواقع علي هيئة حركتين يمكن ملاحظتهما بسهولة في الأماكن الساحلية التي تكون الحركة المدية فيها كبيرة نسبياً؛ **هاتان الحركتان هما:**

1- حركة الارتفاع والانخفاض الرأسية لسطح البحر..

2- حركة التقدم والتراجع الأفقية لسطح البحر والتي تظهر أحيانًا في القنوات والمضايق ومصبات الأنهار علي هيئة تيارات المد والجزر..

ويمكن بسهولة أن نتخيل أن كلا من الحركتين الرأسية والأفقية هما مظهر واحد لحركة واحدة هي الحركة المدية، لذلك ترتبط كلا من الحركتين الرأسية والأفقية في كثير من ظواهرهما والقوانين التي تحكموهما. ويستطيع الملاحظ المدقق عند ساحل البحر أن يعرف أن كلاً منهما يحدث في أوقات منتظمة تفصلها فترات أو دورات زمنية متساوية.

فالمد والجزر حركة دورية رأسية في مستوى سطح البحر نتيجة لقوى دورية.. وتيار المد والجزر: الحركة الدورية الأفقية في البحار والمحيطات نتيجة للقوى الدورية. واستعمال كلمة دورية هنا تعني أننا لا نأخذ في الاعتبار العوامل

الأخرى مثل الرياح والضغط الجوي والزلازل التي تحدث بصفة غير منتظمة والتي قد تؤثر علي سطح البحر ارتفاعاً أو انخفاضاً كما أنها تتداخل مع تيارات المد والجزر فتضعفها أو تقويها.

وكلمة (**Tide**) بالإنجليزية لا يقابلها كلمة عربية واحدة، ولذلك فنحن نستخدم كلمتي المد والجزر للتعبير عنها، ونعني بها "الحركة العمودية لظاهرة المد والجزر"، بينما نستعمل اصطلاح تيار المد والجزر للتعبير عن الحركة الأفقية للظاهرة.

هذه الظاهرة أكثر ما تكون وضوحاً عند السواحل فلا يوجد في الواقع ساحل دون هذه الظاهرة الدورية فهي ظاهرة تشمل الكرة الأرضية كلها. ولكن المد والجزر يكون أحياناً ضعيفاً بدرجة تخفيه التغيرات الناشئة عن الرياح والحالة الجوية ولكن أحياناً أيضاً يكون على درجة كبيرة من القوة بحيث يصل إلى 20 متراً. أما في وسط البحار والمحيطات فلا تزال ظاهرة المد والجزر موجودة ولكن نظراً لعدم وجود أي قائم ثابت في وسط المحيط يمكن مقارنة التغير في سطح البحر عليه فإنه من العسير قياس المد والجزر في وسط المحيط ولكن يمكن ملاحظة الظاهرة من سفينة تلقي مخاطفها في وسط البحر حيث تعاني سلسلة المخطاف شداً وارتخاءاً من أثر تيارات المد والجزر.

أهمية البيئة البحرية:

مميزات البحر كثيرة، واستخداماته عديدة.. ومن الواجب الحفاظ على البيئة البحرية وحمايتها، وذلك للاستفادة منها ولحماية الإنسان من مخاطر تلوثها.. **فهي للأسباب التالية جد ضرورية لحياتنا:**

1. يُعد البحر مصدراً هاماً لطعام الإنسان وبقية الكائنات الأخرى.. فقد قال تعـالى في كتابه العزيز: "وهو الذي سخر البحر لتأكلوا منه لحماً طرياً وتستخرجوا منه

حلية تلبسونها وترى الفلك مواخر فيه لتبتغوا من فضلة ولعلكم تشكرون"(النحل: 14).. وللعلم فقد بلغ الانتاج العالمي من الأسماك عام 2010م ما يقارب 100 مليون طن ممثلاً نحو 10% من الاستهلاك البشري.. ومعلوم كم أن الأسماك غذاء سهل الهضم، يمكن تقديمه بشتى طرق الطهي، فضلاً عن أهميته في بناء الجسم ونموه.. فوق ذلك تُعد الأسماك دواءً للعديد من الأمراض.. فمثلاً من سم بعض القواقع المفترسة، تم استخراج مادة مسكنة للألام السرطانية، يُطلق عليها **(زيكوناتايد)** دون أن يكون لها تأثير مخدر، أو أعراض جانبية.. وسمك التونة ترياق ضد لدغ الثعبان، وعضة الكلب غير المسعورة وطارد جيد للبلغم، وتفيد بطارخها في طرد البلغم والغازات إذا ما تم تناولها مع الملح والزنجبيل، إلى جانب شهرتها الواسعة في زيادة القوة الجنسية للرجل.. والحبار تُستخدم عظامه علاجاً لعدد من الأمراض خاصةً الأمراض الروماتزمية، وعلاج الجروح والتقرحات والزكام.. وزيت الحوت المحتوي على نوعين من الفيتامينات هما فيتامين (أ) و(د) ويفيد في علاج ضعف الرؤية والعشى الليلي، وعلاج الكساح، وفي علاج التهابات الجلد والأغشية المخاطية، ونقص نمو الأنسجة والعضلات لدى الأطفال، وعلاج ضغط الدم.. ونوع من سرطان البحر **(القبقب)** معروف بنجاحه في علاج مرض الجدري والسعال الديكي..

2. تُعد البحار والمحيطات مصدراً هاماً لانواع كثيرة من العقاقير الدوائية ومستحضرات التجميل التى يتم استخلاصها من الطحالب والقشريات والرخويات البحرية.. كما يُستخرج منهما معظم الزيوت المستخدمة في صناعة الدهون..الخ. وتُستعمل مخلفات بعض الأسماك كدقيق سمكي أو تدخل في علف الحيوانات.. ومن الحيوان البحري **(الفقم)** يُؤخذ الفراء ذي الجودة العالية.. كما يُستخرج اللؤلؤ والإسنفج من البحار..

3. يُعد البحر مصدراً للأملاح الضرورية سواء للطعام أو للصناعات الكيميائية كالأدوية وغيرها.. قدرت الأملاح الذائبة في البحار بحوالي 166 مليون طن لكل ميل مكعب من مياة البحار، في مقدمتها ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) بنسبة 85%.. في حين تقدر كمية الماغنسيوم بحوالي 26 مليون طن..
4. يُعد البحر مصدراً معتبراً للطاقة.. حيث يحتوي على كميات هائلة من النفط والغاز الطبيعي.. وتؤكد الاحصائيات حسب الأبحاث العلمية على أن البيئة البحرية تحتوي على ثلث المخزون العالمي من النفط والغاز قرب الشواطيء.. على الجانب الآخر، فقد تمكن علماء فرنسيون من توليد الطاقة عبر حركتي المد والجزر، وكذلك من الفرق في درجة حرارة ماء البحر، وأيضاً من خلال حركة الأمواج والتيارات البحرية باستخدام ما يُعرف بـ **(المحرك الموجي)**..
5. يُعد البحر وسيلة هامة للنقل والمواصلات.. إذ لا تزال تُعد طريقاً حيوياً للمواصلات في العالم؛ حيث تنقل السفن ما تعجز عن أن تحمله الطائرات..
6. البحر خزان ضخم للمخلفات البشرية والصناعية لسعته الكبيرة في احتواء هذه المخلفات..
7. يُعد البحر من أهم المؤثرات علي مناخ الأرض نظراً لسعته الحرارية الكبيرة.. ويلعب دوراً واضحاً في تحقيق الاتزان المناخي، حيث ترتفع درجة حرارته النوعية عند السطح، في حين يبرد الأسفل عن ذلك فتتمكن مياهه من امتصاص قدراً كبيراً من أشعة الشمس، ومن ثم فيتبخر جزء من هذه المياه وتتجمع في صورة سحب تندفع صوب اليابسة متسببة في نزول أمطار..
8. حوالي 50% من أكسجين الهواء الجوي تنتجه البحار والمحيطات.. كما تتميز البيئة البحرية بقدرتها على امتصاص ثاني أكسيد الكربون عبر عملية البناء

الضوئي الذي تقوم به الهائمات النباتية السابحة في مياة البحر بكميات كبيرة.. وهكذا تحد البيئة البحرية من نسبته في الغلاف الجوي..

9. الدراسات البحرية ذات أهمية قصوى عند إقامة المنشآت الساحلية مثل الأرصفة البحرية وحواجز الأمواج والموانيء وغيرها لأنه يجب الأخذ في الاعتبار الحركة المستمرة للمياه سواء كانت عن طريق التيارات البحرية والأمواج البحرية أو عن طريق تغير وتذبذب منسوب سطح البحر بالإضافة إلى المد والجزر في هذه المناطق الساحلية..

10. تُعد البيئة البحرية مورداً أساسياً للمياه العذبة.. وذلك عبر عمليات التبخر، فالتكثيف، فالأمطار.. كما وتستعين الدول الفقيرة في المياه العذبة بتحلية مياة البحر للحصول على احتياجاتها..

المصادر

1. عبد الواحد الفار ـــ الالتزام الدولي بحماية البيئة البحرية والحفاظ عليها من أخطار التلوث ، دار النهضة العربية القاهرة 1985م..
2. حسين يوسف غنايم – تقرير عن مؤتمر حماية البيئة البحرية – مجلة الشريعة والقانون – جامعة الإمارات العربية المتحدة ، العدد الرابع 1990م..
3. عبد الحكم عثمان – أضرار التلوث البحري بين الوقاية والتعويض، دار الثقافة الجامعية ، القاهرة 1992م..
4. أحمد عبد الكريم سلامة – التلوث النفطي وحماية البيئة البحرية التلوث النفطي وحماية البيئة البحرية، المؤتمر الأول للقانونين المصريين– الحماية القانونية للبيئة في مصر–الجمعية المصرية للاقتصاد والسياسي والإحصاء والتشريع – القاهرة فبراير 1992م..
5. **الزوكة محمد خميس– البيئة ومحاور تدهورها وأثارها على صحة الانسان– دار المعرفة الجامعية – الاسكندرية ٢٠٠٠م..**
6. **العمر مثنى عبدالرزاق – التلوث البيئي – دار وائل للطباعة والنشر .عمان – الأردن – ٢٠٠٠م..**
7. **عالم البحار والمحيطات– د. حسن عبد الله الشرقاوي – مكتبة جزيرة الورد بالقاهرة – عام 2006م..**
8. **الموسوعة الثقافية الشاملة – محمد برهام المشاعلي – مكتبة جزيرة الورد بالقاهرة – 2008م..**

9. الصيدلية البحرية – د. حسن عبد الله الشرقاوي – مكتبة جزيرة الورد بالقاهرة – 2011م..

10. موسوعة: أرقام لها معنى – د. حسن عبد الله الشرقاوي – مكتبة الايمان بالمنصورة – عام 2005م..

11. سلسلة: مخلوقات البحر – د. حسن عبد الله الشرقاوي – مكتبة جزيرة الورد بالقاهرة – عام 2006م..

12. سلسلة: بيئتنا الجملية – د. حسن عبد الله الشرقاوي – مكتبة جزيرة الورد بالقاهرة – عام 2007م..

13. سلسلة: أشهر بحار العالم – د. حسن عبد الله الشرقاوي – مكتبة جزيرة الورد بالقاهرة – عام 2009م..

14. مقال "دور التكنولوجيا الحيوية فى الحفاظ على البيئة" – د. حسن عبد الله الشرقاوي – اصدار يوم البيئة العالمى – كلية العلوم – جامعة الاسكندرية – 2005م..

معجم المصطلحات الواردة بالفصل

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانجليزية
أركيا	Archea
كلوويلا سكريريسيا	psychrerythraea cowellia
بيرولوبوس فوماري	Pyrolobus fmarii
المنطقة المضاءة	Euphotic Zone
منطقة أعماق البحار	Bathyal Zone
منطقة قاع البحار	Bathyal Zone
جرف قاري	Neritic zone
انكسار القاري	Shelf Break
انحدار قاري	Continental Slope
هائمات نباتية	Phytoplankton
هائمات حيوانية	Zooplankton

(2)

التلوث البحري

أوصاف بين قوسين؟

مدخل:

التلوث بمعناه العام سلاح على رقبة الحياة في شتى صورها.. وتلوث المياه- وهو ما يهمنا الحديث عنه ههنا - من أخطر ما يهدد حياة آمنة مستقرة.. والفصل الأول بين لنا كم أن المياه عنصر أولى لحياة الكائن الحي، وبدونها - أو بمياه ملوثة - لا وجود للحياة المنشودة.. وعليه فعبر هذه السطور سنتناول تعريفاً لتلوث المياه بشكل عام، وتلوث البيئة البحرية بشكل خاص.. وسيتعرض - ايجازاً واجمالاً - لمصادر الملوثات المختلفة؛ التي تشق طريقها اليوم - بسهولة - إلى البيئة البحرية، فتسبب لها - ولنا - الويلات العظام..

ما تلوث البيئة؟

يُعرف المُلوث بأنه "كل شيء مادي أو معنوي يسبب حالة تلوث أو يساهم فيها".. أما المواد والعوامل الملوثة فيقصد بها "كل مواد صلبة أو سائلة أو غازية أو ضوضاء أو إشعاعات أو حرارة أو اهتزازات صوتية تنتج بفعل الإنسان وتؤدي بشكل مباشر أو غير مباشر إلى تلوث البيئة أو تدهورها".. فيما يُعرف تلوث البيئة على أنه "كل تأثير أو تغيير مباشر أو غير مباشر للبيئة ناتج عن أي عمل أو نشاط بشري، أو عامل طبيعي من شأنه أن يلحق ضرراً بالصحة والنظافة العمومية وأمن وراحة الأفراد، أو يشكل خطراً على الوسط الطبيعي والممتلكات والقيم وعلى الاستعمالات المشروعة للبيئة.

المياه المستعملة ومياه المجاري؟

يُقصد بالمياه المستعملة "المياه التي تم استعمالها لأغراض منزلية أو فلاحية أو تجارية أو صناعية أو حرفية وتغيرت طبيعتها ومكوناتها، والتي يمكن لإعادة

استعمالها بدون معالجة أن تسبب تلوثاً".. أما **مياه المجاري** فهي "مقذوفات سائلة مستعملة أو كل سائل صادر بالخصوص عن المنازل أو الفلاحة أو المستشفيات أو المحلات التجارية والصناعية، تمت معالجته أو لا، وأُلقي بصفة مباشرة أو غير مباشرة في الوسط المائي".. فوق ذلك **فالنفايات** هي "كل المخلفات والبقايا الناتجة عن عمليات استخلاص أو استغلال أو تحويل أو انتاج أو استهلاك أو استعمال أو مراقبة أو تصفية وبصفة عامة كل المواد والأشياء المتخلى عنها أو التي يلزم صاحبها بالتخلص منها بهدف عدم الاضرار بالصحة والنظافة العمومية وبالبيئة".

ما التلوث البحري؟

بدايةً تُعرف المجالات البحرية بأنها "الموارد الطبيعية البحرية البيولوجية والمعدنية المتواجدة في قعر البحار أو في المياه المغطية لها أو في جوفها".. ويُعرف تلوث الماء على أنه "أي تلف أو إفساد يحدث للمياه فتصبح ضارة لصحة الإنسان أو الحيوان أو النبات أو الأحياء المائية، أو لهم جميعاً.. كما يُعرف تلوث المياه على أنه "أى تغيير يطرأ على الخواص الكيميائية أو البيولوجية أو الفيزيائية لخواص المياه".. أو هو "إلقاء أو إدخال بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في البيئة البحرية لأية مواد من شأنها إلحاق أضرار بالكائنات والنباتات البحرية، أو أن تكون مصدراً خطراً على الصحة البشرية وعائقاً لمختلف الأنشطة البحرية بما في ذلك صيد الأسماك والاستعمالات الأخرى المشروعة لمياه البحر وإفساد لنوعية وجودة هذه المياه".

أما التلوث البحري تحديداً فيعرف – حسب مؤتمر منظمة التغذية والزراعة الدولية المنعقد في روما في ديسمبر 1970م – على أنه "التلوث الناتج عن إدخال الإنسان في البيئة البحرية مواداً يمكن أن تسبب نتائج مؤذية كالاضرار بالثروات البيولوجية والأخطار على الصحة الإنسانية وعرقلة النشاطات البحرية بما فيها صيد

الأسماك وإفساد مزايا البحر عوضاً عن استخدامها والحد من الفرص في مجالات الترفيه".. فيما عرفه علماء أروبيون على أنه "التغيير في التوازن الطبيعي للبحر، والذي قد يؤدي إلى تعريض صحة الإنسان للخطر، والاضرار بالثروات البيولوجية وبالنباتات والحيوانات البحرية، مما قد يؤدي إلى إعاقة كل الاستخدامات الشرعية للبحر".

على الجانب الآخر، إن تواجد ثم توزيع ووفرة أحد الكائنات الحية البحرية يحكمه عد من العوامل الفيزيائية والكيميائية، فإذا ما حدث لها بسبب التلوث تغيير، أو اضطراب تأثر تبعاً لها هذا التواجد.. لكن هناك قانون طبيعي يحكم الأمر برمته يُعرف بــ **(قانون مدى التحمل)**. إذ لكل كائن بحري مدى للتحمل يقع بين حدين؛ أعلى، وأدنى، لا يستطيع أن يتعداهما فيما يُسمى المجال بينهما بسعة التحمل. وسيظل التلوث يذبذب مدى التحمل وسعته مؤدياً إلى خلل في النظام البيئي البحري بجملته وتفصيلاته.

صور تلوث المياه:

بشكل عام تعددت صور تلوث المياه، منها ما يلي:

1. تلوث مياه البحار والأنهار بالفضلات الآدمية ومياه الصرف الصحي..
2. تلوث مياه البحار والمحيطات بزيت البترول الخام..
3. تلوث المياه بالمبيدات الزراعية والنفايات الكميائية..
4. تلوث المياه بالمعادن الثقيلة..
5. تلوث المياه بالمواد المشعة..
6. تلوث المياه الجوفية بشتى الملوثات..
7. تلوث المياه بسموم الطحالب..

8. تلوث مياه الخزانات..

ولعل عروجنا عليها واحدة تلو أخرى سيفي بمزيد من الايضاح...

1- تلوث المياه بالفضلات الآدمية ومياه الصرف الصحي:

يُعرف هذا النوع بالملوثات البيولوجية، بما تحتويه من بكتيريا، وفطريات، وفيروسات، وطحالب.. ومما تحتويه مياه الصرف الصحى من بكتيريا ممرضة خطيرة:

- ✓ بكتيريا الإشريشيا كولاي التى تسبب حالات القيىء والإسهال، وتؤدي أحياناً إلى الجفاف لدى الأطفال..
- ✓ بكتيريا الفيبريو كوليرا التي تسبب مرض الكوليرا اللعين..
- ✓ بكتيريا السالمونيلا تيفوياي التي تسبب مرض التيفود.. وغيرها وغيرها..

عموماً فهذه البكتيريا - وغيرها - تنتقل إلى الإنسان عن طريق إحدى الوسائل التالية: الجلد.. الفم.. الجروح. تناول أسماك أومحاريات أوقشريات ملوثة. على الجانب الآخر، تؤدي الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية (وهي مسببة للأمراض) إلى استهلاك الأكسجين المذاب في الماء، ومن ثم إلى موت الأحياء المائية - خنقاً- كالأسماك والكائنات الحية الدقيقة الهوائية، كما تعمل على تحلل المواد العضوية لاهوائياً، وينتج عن ذلك غازات سامة وروائح كريهة، مثل غازي: الأمونيا، وكبريتيد الهيدروجين. وللعلم فنحو 40 % من الاصابات بالمياه الملوثة عبارة عن اسهال يختلف في قوته حسب درجة التلوث والاصابة، وعدد لا بأس به من الأمراض الجلدية. وإن تتبع الزيادة في عدد بكتيريا القولون في مياه الشرب إنما يشير بالضرورة إلى حدوث تسرب من شبكة الصرف الصحي إلى شبكة المياه.

من السلوكيات السيئة المرتبطة بتلوث مياه الأنهار والترع والبحيرات بالفضلات الآدمية؛ التبول أو التبرز فيها. وكلتاهما عادتان مذمومتان حيث تؤديان إلى انتشار العديد من الأمراض والأوبئة!!

وفي ذلك الشأن قال رسول الله (صلى الله عليه وسلم) في حديث رواه البخاري: "لا يبول أحدكم في الماء الراكد ثم يغتسل فيه". وقال كذلك فى حديث رواه أبو داود: "اتقوا الملاعن الثلاث: البراز في الماء، وفي الظل، وفي طريق الناس" (صدق رسول الله صلى الله عليه وسلم)..

2- تلوث مياه البحار والمحيطات بزيت البترول الخام:

يحدث التلوث بزيت البترول الخام (النفط) فى البلدان التى يتم فيها استخراج للبترول (وهو من المواد السامة العضوية) من البحار والخلجان كما الحال – مثلاً – في دول الخليج العربى ومصر، والبلدان المطلة على بحر قزوين.. فغالباً ما تتلوث المياه ورمال الشاطيء بالبترول الخام.. وقد يحدث أيضاً بسبب تسرب النفط من السفن التى تنقله.. أو أن تغرق هذه السفن فتفرغ حمولتها كاملة في المياه وتقع الكارثة. وقد صار من المعلوم أن يتسبب تلوث مياه البحار والمحيطات بالبترول في قتل الأسماك، والكائنات البحرية الأخرى غير الأسماك مثل القشريات والمحاريات والشعاب المرجانية، والطيور البحرية لأنها تتغذى على الأسماك الملوثة. ولقد ثبت لدى العلماء أن الأحياء البحرية المعرضة للهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات، تعاني من مشكلات في النمو ودورة تكاثرها، وتصبح أكثر عرضةً للمرض.. لاسيما وأنه من الصعب جدًا تنظيف الهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات والمكونات الموجودة في النفط الخام، ومن المؤسف أن هذه المركبات تستمر في البيئة البحرية لسنوات عديدة.

من بين الأضرار المتوقعة أن يخترق النفط ريش الطيور فيحد من قدرتها على العزل، فتصبح أكثر عرضة لتقلبات الجو ودرجات الحرارة.. كما ويحد من قدرتها على الطفو فوق سطح المياه، ويعيق حصولها على صيدها، ويكبلها إبان فرارها من مفترسيها..

هذا، وتتأثر الثدييات البحرية المتعرضة للملوثات النفطية، بطريقة مشابهة للطيور البحرية، حيث يتسرب النفط إلى فراء ثعالب البحر والفقمات فيحد من قدرته العازلة كذلك، مؤدياً إلى ذات التأثيرات الجانبية السابقة.. فضلاً عن أن ابتلاعها للنفط، يسبب الجفاف وصعوبة الهضم.

وعندما يطفو النفط على سطح المياه، فإن أشعة الشمس النافذة للمياه تصبح أقل، مما يقلل من معدل عملية التمثيل الضوئي - إن لم يقضي عليها كليةً - للنباتات البحرية والعوالق النباتية.. كما تنخفض كثافة الأحياء، مؤثراً ذلك على السلسلة الغذائية في النظام البيئي البحري.

ولعل من أهم حوادث التلوث بالنفط ما يلي:

في 18 مارس من عام 1967م تحطمت ناقلة النفط **(توري كانيون)** بحاجز صخري في أقصى الجنوب الغربي للساحل الإنجليزي مما أدى إلى تسرب أكثر من 9 آلاف طناً من النفط، وقد أوصلتها التيارات البحرية والرياح قبالة السواحل الفرنسية. وبسببها ماتت ملايين الأسماك، وآلاف الطيور بسبب عدم تمكنها من الطيران بعد التصاقها بالبقعة النفطية اللزجة.

وفي 29 يناير من عام 1969م وقعت حادثة **(سانتا بربارا)** حيث أدى انفجار بئر نفطي تحت سطح البحر على ساحل المنطقة المسماة بها الحادثة بالولايات المتحدة الأمريكية إلى تسرب كميات هائلة من النفط، بمعدل 5000

برميل في اليوم، ولمدة 10 أيام، فتكونت بقعة نفطية بلغت مساحتها نحو 25 ميلاً مربعاً!!

وفي 24 مارس من عام 1989م وقعت أشهر حادثة للتلوث البترولى حين غرقت حاملة البترول الأمريكية (**إكسون فالدز**) قبالة السواحل آلاسكا مما تسبب في تلوث مئات الأميال من الشواطيء بطبقة كثيفة من زيت البترول الذى أودى بحياة الكائنات البحرية وكذا الشاطئية. تقدر كمية البترول المتشربة سنوياً بنحو 3 مليون طن مكعب. وفي عملية تكريره يتم استخدام 18 برميل مياه لكل برميل زيت خام مما يعنى تلوث أكيد بالمياه المصرفة إلى الأخرى النظيفة. وعلى الرغم من جهود العلماء والمسئولين والمتطوعين، فإن أكثر من 400 ألف طائر بحري، وحوالي ألف ثعلب بحر، وأعداد هائلة من الأسماك لقوا حتفهم!!

ومن أهم الحوادث النفطية التي وقعت في وطننا العربي ما يلي:

- ✓ ناقلة النفط العراقية (**زينب**)، وكانت تزن 1300 طن، وغرقت قرب سواحل إمارة دبي، وذلك في أبريل عام 2001م..
- ✓ ناقلة النفط البنمية (**جورجيوس**)، وكانت تزن 1900 طن، وغرقت قرب السواحل الكويتية، وذلك في سبتمبر 2001م..
- ✓ ناقلة النفط الفرنسية (**ليبمورغ**)، وكانت تزن 350 ألف برميل، وغرقت قرب السواحل اليمنية، وذلك في أكتوبر عام 2002م..

ولمن يتساءل بخصوص مياه الصابورة (الموازنة) نفرد له عدة سطور موجزة..

يُقصد بمياه الصابورة المياه التي تعمل على توازن وثبات السفينة، عبر إدخال مياه إلى خزّانات إضافية من أجل الحصول على وزن إضافي، يؤمّن عملية الثبات والتوازن.. إذ تحتاج السفن الغير محملة إلى وزن إضافي من أجل سلامة

بنيتها وتوازنها، بينما السفينة المحملة تفرغ من مياه الموازنة، ومن ثم تتعرض السفينة إلى عملية إفراغ وملأ بمياه الموازنة بشكل متكرر تبعاً للحمولة. وعندما تمتلئ السفن العملاقة بحمولتها، كسفن نقل الحاويات أو ناقلات للنفط، يتم ضخ مياه الخزّانات في البدن إلى البحر، وبالعكس، عندما تقوم السفن الكبيرة بتفريغ حمولتها يتم ضخ مياه البحر إلى الخزّانات.. أي أن تصريف مياه الموازنة من السفينة هو المسؤول عن فقاعات القطران في المحيطات والبحار المفتوحة. ومع ذلك، فإن التخلص من مياه الموازنة يمثل فقط نسبة صغيرة من التلوث النفطي في البيئة البحرية.. وتكمن الخطورة في ملأ خزانات الموازنة في السفن بالمياه، فإنها تحمل مع المياه الكائنات البحرية المتواجدة في هذه المياه، وبالتالي قد تتسبب تلك السفن في نقل الكائنات الحية في مياه الموازنة إلى بيئات جديدة محدثة بها خلل بيئي تظهر عواقبه الوخيمة لاحقاً.. بل أن علماء كثر يرون أن الكائنات المنتقلة عبر مياه الصابورة تسببت في أحد أسوأ حالات أنواع الغزو الأحيائي الذي يضر بنظام بيئي ما.. فعلى سبيل المثال، انتقلت أحد أنواع قناديل البحر التي تسكن مصبات الأنهار في المنطقة بين الولايات المتحدة إلى شبه جزيرة فالديز في الأرجنتين على سواحل المحيط الأطلنطي، إلى البحر الأسود، وتسببت في ضرر ملحوظ.. وقد لُوحظ انتقالها عبر مياه موازنة السفن لأول مرة في عام 1982م، مما أدى إلى تزايد أعداد القناديل بشكل مطرد. وبحلول عام 1988م، كانت قد تسببت في الإضرار بصناعة صيد السمك المحلية، فانخفض انتاج الأنشوجة من 204 ألف طن في عام 1984م إلى 200 طن في عام 1993م، وأسماك الرنجة من 24 ألف طن في عام 1984م إلى 12 ألف طن في عام 1993م.

هذا، وتتسبب مياه الصابورة في عدد من التأثيرات السلبية على البيئة البحرية، منها ما يلي:

- ✓ يتسبب تصريف مياه الموازنة في انتشار الميكروبات والجراثيم، ومن ثم الأمراض الضارة والسموم..
- ✓ يعمل التصريف في المياه الساحلية على تكوين مركبات سامة تؤثر على مختلف الكائنات الحية البحرية، مما قد يسبب تغييرات في معدلات نموها، واختلال عمل الهرمونات بها، أو فشل الجهاز المناعي، أو اضطرابات وراثية تسبب السرطان والأورام والتشوهات الجينية، وربما الموت..
- ✓ تلوث المأكولات البحرية فتصبح غير صحية للتناول..
- ✓ خزانات الموازنة صدئة من الداخل فتتلوث المياه بأكاسيد حديدية.. وبعضها مطلي بمواد ذات كيميائية سامة من الداخل، فتنطلق إلى المياه مؤثرة على دورة حياة الكائنات البحرية، من خلال إحداث تغيرات هرمونية..

وسيظل يحدث تلوث لمياه البحار بالنفط الخام ومشتقاته طالما وقعت واحدة أو أكثر مما يلي:

- ✓ تسرب النفط من موانئ تحميل وتفريغ النفط الخام..
- ✓ تسرب النفط من ورشات تصليح السفن في الموانيء..
- ✓ مياه الصرف الصحي والصناعي المحتوية على بقايا وقود السيارات إلى المياة البحرية (محطات البنزين والتشحيم)..
- ✓ مخلفات وحدات تكرير النفط والمؤسسات الصناعية المختلفة على البحار..
- ✓ حوادث غرق أو انكسار أو ارتطام ناقلات النفط في البحار والمحيطات..
- ✓ انتاج النفط من تحت سطح مياه البحار..

- ✓ انفجار آبار النفط، وتسرب كميات كبيرة منه..
- ✓ انسياب النفط ومشتقاته بسبب تشققات طبيعية بحتة كانفجار البراكين مثلاً..
- ✓ افراغ مياه الصابورة (الموازنة)..
- ✓ تسرب مياه الغسيل الناجمة عن عمليات التنظيف الدوري لصهاريج ناقلات النفط وإزالة الرواسب منها قبالة البحر مباشرةً..

3- تلوث المياه بالمبيدات الزراعية والنفايات الكميائية:

تُوصف المبيدات الزراعية - والنفايات الكميائية - اليوم على أنها مركبات سامة، وضارة، ومسرطنة، وكلنا يعلم بهذا الأمر جيداً عبر ما يتابعه من حوادث لصفقات استيراد مثل هذه المواد الخطرة. وخير مثال على ذلك حين تم استخدام نوع من المبيدات الحشرية المحتوية على الزئبق في العراق سنة 1972م، فأصيب بها 6000 شخص، ومات منهم 500. وهناك مواد أخرى منها تُعرف بـ **(الدستة القذرة)**، ويعرف الجميع مخاطرها على صحة كل الكائنات الحية. ويكفي أنها حُرمت دولياً، ووصمت بهذا الإسم العار والمرعب في آنٍ واحد.

على الجانب المقابل، تلقي بعض المصانع والشركات - للأسف - بنفاياتها الخطرة دون أدنى معالجة فى مياه الأنهار والبحار والمحيطات. بل إن بعض السفن تلقي - عمداً - مواداً سامة ونفايات محرمة دولياً في المياه. والأضرار التي يسببها هذا التلوث هي نفسها التي يسببها النوع السابق من قتل للأسماك والكائنات البحرية الأخرى، وضرر وبيل غير مشكوك في آثاره على الإنسان.

4- تلوث المياه بالمعادن الثقيلة:

تأتى خطورة المعادن الثقيلة من تراكمها داخل جسم الإنسان بشكل أسرع من انحلالها إبان عمليتي التمثيل الغذائي أو الإخراج. وتدخل تلكم المعادن أجسامنا من

خلال الماء، والهواء، والغذاء. ومن أهم وأشهر المعادن الثقيلة التى تسبب كل هذا القلق؛ الألومنيوم.. الزئبق.. الزرنيخ.. النحاس.. الرصاص.. القصدير.. الذهب.. الفضة.. النيكل.. الكروم.. الباريوم.. الكادميوم.. اللنثانوم.. الروديوم.. الأسترانشيوم.. البِزموت.. الهفنيوم.. الروثينيوم.. الإسكنديوم.. البلاديوم.. الإنديوم.. الجاليوم.. التنجستين.. التنتالوم.. النيوبيوم.. الفاناديوم.. الإيريديوم.. البلاتنيوم.. الإثيريوم.. الزركونيوم.. الثاليوم.. الخ.

التلوث بالمعادن الثقيلة – فى حقيقته – ليس بالظاهرة الحديثة، ففي عام 1932م حدث أن صرفت مياه الصرف الصحي اليابانية بما تحتوي على نسب عالية من الزئبق في ميناء (مينيمات)، فتراكم الزئبق فى أنسجة الكائنات الحية البحرية مما أدى إلى ظهور حالات من التسمم في عام 1952م، والتي عُرفت حينها باسم (عرض مينيماتا).

كما ثبت أيضاً إصابة الإنسان بتسمم من القصدير/الرصاص في منتصف القرن التاسع عشر، أثر تناول غذاء من علبة قصدير كانت تحتوي على أطعمة حمضية.

أنواع التلوث البيئي مثل تلوث الهواء، وتلوث الماء، وتلوث التربة، والتلوث الناتج عن المخلفات الصلبة والمخلفات الخطرة والتلوث بالضجيج على الإنسان

5- التلوث بالمواد المشعّة:

تسبب المفاعلات النووية تلوثاً حرارياً للمياه، الأمر الذي يؤثر سلباً على النظام الحيوي بالبيئة البحرية، مع احتمالية حدوث تلوث اشعاعي لأجيال متلاحقة من البشر، وسائر الكائنات الحية الأخرى.. **ومما يسببه التلوث الاشعاعي:**

- ✓ السرطانات المختلفة، مثل؛ سرطان الجلد، سرطان الدم..
- ✓ اصابة العيون بالمياه البيضاء..
- ✓ نقص القدرة على الإخصاب..
- ✓ أصابة الأطفال بالتخلف العقلي..

✓ ظهور أمراض وراثية على الأجيال المتعاقبة ممن يتعرضون لحوادث أشعاعية كالذي ظهر بوضوح على اليابانين بعد إلقاء القنبلتين النوويتين على هيروشيما ونجازاكي في عام 1945م، مما أدى إلى وفاة آلاف مؤلفة من الناس، واصابتهم بحروق شديدة، وتشوهات واصابة أحفادهم بالأمراض الوراثية الخطيرة..

أو قد تقع حوادث إشعاعية تتسبب في تلوث المياه.. ومن أمثلة ذلك وقوع أول حادث نووي في الفضاء، فنتجت أثاره الخطيرة في عام 1983م، حين سقط محرك نووي طاقته تقدر بنحو 110 كجم من اليورانيوم المشع المخصب في المحيط الأطلنطي بين شرق أمريكا وغرب إفريقيا!!

أيضاً هناك التجارب النووية التي تجريها الدول الكبرى في أعالي البحار، والتي تؤدي بغير شك إلى ارتفاع كمية المواد المشعة في أجسام الأسماك والكائنات البحرية التي تقطن منطقة التجربة.

6- تلوث المياه الجوفية بشتى الملوثات:

يُعرف الماء الجوفي على أنه: "ماء الأمطار الذى يتسرب إلى باطن الأرض من خلال مسام التربة، ويظل محتجزاً فيها إلى أن يستخرجه الإنسان عن طريق حفر الآبار، وهو مصدر للحياة فى الأماكن الصحراوية التى لا تجرى فيها أنهار". وتتلوث المياه الجوفية حين يسقط المطر على تربة ملوثة، وذلك قبل أن يختزنه باطن الأرض. وعندما يتناوله كائن حي فإنه يتعرض لمخاطر التلوث الوبيلة!!

هذا، وتصيب العصارة في أماكن الطمر الصحي (وهي من المواد السامة العضوية) المياه الجوفية بسبب تسربها من مكبات الطمر الصحي، وترشّحها خلال الصخور، ومن ثم وصولها المياه الجوفية. ومصدر المواد السامة غير العضوية – ههنا على أي حال – هو الصخور، إذ تتحرر بالتجوية وتحمل بالمياه الجارية أو

الأنهار إلى البحيرات، أو تتخلل مسامات التربة والصخور فتلوث المياه الجوفية.. غير أن الإنسان سرّع بعمليات التعدين والمعالجة في تحرير المواد السامة من الصخور بمعدل آلاف المرات مقارنة بالعمليات الطبيعية.. فضلاً عما تضيفه المصانع والمستشفيات والمزارع - وغيرها - من المواد السامة إلى النظام البيئي نفسه.

7- تلوث المياه بسموم الطحالب:

لعل الطحالب الخضراء المزرقة (السيانوبكتيريا) طائفة ملفتة للنظر في هذا الإطار حيث تنمو في المياه السطحية لتنتج مركبات أيضية ثانوية سامة يُطلق عليها (**السموم الطحلبية**)، تلك التي توصف على أنها سموم عصبية وكبدية؛ تقوم بإغلاق قنوات الصوديوم في الخلية الحية، وسموم كبدية تؤثر على الكبد بشكل كبير. كما ذكرت بعض الأبحاث أن زيادة الأعشاب الخضراء فى المياه إنما يتسبب في مرض زرقة العيون لدى الأطفال.

نعم.. لقد صارت مشكلة تلوث المياه بسموم الطحالب الخضراء المزرقة من الظواهر الملفتة للنظر في العقدين الأخيرين.. **وهذه نبذات عنها:**

1. ظهرت هذه الظاهرة فى العديد من الدول، ومنها استراليا التي لوثت فيها نحو 1000 كم من نهر دارلنج عام 1991م..
2. ظهر ازدهار للطحالب في مصر في عام1994م فى بحيرة ناصر، وقد تسببت فى قتل كمية كبيرة من الأسماك في البحيرة..
3. سُجلت هذه الظاهرة في محافظة بورسعيد فى عام 1994م، وقد تسببت في ظهور لون وطعم غير مستساغ ورائحة في مياه الشرب..
4. سُجلت الظاهرة فى محافظات الإسكندرية والسويس ودمياط والدقهلية..

5. انتشرت هذه الطحالب بالشكل الوبائي لها في نهر النيل، ويُقال أنها تؤثر بشكل كبير على خصائص مياه الشرب في الفترة من نوفمبر وحتى فبراير من كل عام..

8- تلوث مياه الخزانات:

في الحقيقة إن تلوث مياه الخزانات ومواسير التوصيل كارثة صحية بما تحمله الكلمة من معانٍ.. **وسيتضح هذا جلياً مما يلي:**

1. الرواسب الموجودة بمياه الخزان (أو العكارة) ما هى إلا جزيئات من مواد عضوية أو غير عضوية عالقة بالمياه يصاحبها عادة تلوث ميكروبي أو طفيلي..
2. تشكل هذه الرواسب مصدراً هاماً لتغذية هذه الكائنات فتتكاثر وتزداد أعدادها مكونةً مستعمرات على شكل طبقة جيلاتينية لزجة على جدران الخزان فتصبح مصدرا دائما لتلوث المياه..
3. لزيادة الرواسب تأثير مباشر في عدم أنتظام ألاداء الوظيفي للدم ودخولنا في دوامة أمراض العصر المزمنة وتفشيها كالقولون، والسكر، والمفاصل، والفشل الكلوي، وتصلب الشرايين، وألاشكال متعددة للسرطانات..
4. وصول المياه إلى الخزان خالية من الكلور، أو فقده خلال فترة التخزين وتأثره بدرجات الحرارة المرتفعة، لاسيما خلال فصل الصيف، وبالتالي لا تحتوي المياه على أية وسيلة لحماية المستهلك من الملوثات الضارة بالمياه..
5. عدم الاهتمام بنظافة الخزان وإحكام غلقه، يسمح بدخول فضلات من الطيور أو الحيوانات كالقطط والفئران مع إمكانية نفاذ الأتربة إليه التى تثيرها الرياح إضافة إلى مياه الأمطار..

6. دخول الضوء إلى الخزان من العوامل التى تساعد على تكاثر الطحالب وإتمام دورة حياتها، مما يترتب عليه تغير فى رائحة وطعم المياه..
7. من العوامل التي تزيد من درجة تلوث الخزانات استخدام المضخات ذات القوة العالية في رفع المياه إلى الخزانات مع انخفاض الضغط فى الشبكات العامة، مما يؤدي إلى سحب السوائل المحيطة بالشبكات من الخارج فى حالة وجود شروخ بالمواسير، فتتلوث المياه ميكروبيولوجياً..

مصادر التلوث البحري:

يأتي التلوث إلى البيئة البحرية عبر مصدرين رئيسين، هما:

1- مصادر أرضية: ويُقصد بها وصول الملوثات إلى البيئة البحرية عن طريق المنازل، الأراضي الزراعية، المنشآت الصناعية، الأنشطة العمرانية بطول السواحل. وتصل هذه الملوثات بصورة مباشرة وعن طريق التدفق، أو ما يصل إليها بفعل الأنهار أو القنوات أو غيرها من المجاري المائية.

2- مصادر جوية: وذلك بأن تصل الملوثات إلى البيئة البحرية من خلال الأمطار الحامضية وما تحملة من ملوثات خطرة، أو من التفجيرات النووية، ثم انتقالها إلى البحار.

الاتفاقيات الدولية بشأن التلوث البحري:

دعونا نذيل هذا الفصل بحديث موجز عن بعض القوانين والمعاهدات والاتفاقيات الدولية فيما يخص التلوث البحري كي يتسنى لنا احترام بيئتنا البحرية بالشكل المطلوب والمعتبر.. من بعض هذه المعاهدات الدولية للحد من التلوث البحري (**معاهدة هونولولو**)، والتي تناولت تقنين التلوث البحري الناجم عن السفن،

واتفاقية **(الأمم المتحدة لقانون البحار)** التي تتعامل مع الأنواع البحرية والتلوث، وتضع مبادئ وتوجيهات في إدارة الأعمال التجارية وإدارة الموارد البحرية؛ أما أهم الاتفاقيات التي تهدف للحد من تلوث السفن هي **(إتفاقية ماربول)** الموقعة في عام 1973م، والتي عُدلت في عام 1978م، حيث تضمنت الحد من إلقاء النفايات والتسرب النفطي وعوادم الاحتراق.. وهدفها المعلن هو الحفاظ على البيئة البحرية عن طريق القضاء التام على التلوث بالنفط والمواد الضارة الأخرى، وتقليل التصريف العرضي لهذه المواد. وقد دخلت هذه الاتفاقية حيز التنفيذ في عام 1983م، ووقعت عليها 136 دولة في عام 2005م.. ومع ذلك فلا يزال تفعيل كل هذه الاتفاقيات دون المستوى اللازم، حيث تميل إلى التأكيد – بصفة عامة – على السمات الفنية لتدابير السلامة ومكافحة التلوث، غير ما تتطرق إلى أسبابه الجذرية، كما وتغيب العقوبات الرادعة في حالة عدم الالتزام بتنفيذ التدابير المنصوص عليها!!

المصادر

1. تقارير مشروع "برنامج الرصد البيئي لسواحل البحر الأحمر وخليجي السويس والعقبة" – المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد وجهاز شئون البيئة – مصر (1998-2012م)..
2. صلاح الدين عامر، القانون الدولي الجديد للبحار، دراسة لأهم أحكام اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار لعام 1982م، (القاهرة، دار النهضة..
3. رفعت محمد عبد المجيد، المنطقة الاقتصادية الخالصة في البحار، رسالة دكتوراه – جامعة القاهرة 1982م..
4. علي صادق أبو هيف – القانون الدولي العام – منشأة المعارف – الاسكندرية 1981م..
5. مقال "كنوز يهددها التلوث (الاسفنج- الشعاب المرجانية)" – د. حسن عبد الله الشرقاوي – اصدار يوم البيئة العالمى – كلية العلوم – جامعة الاسكندرية – 2007م..
6. مقال "قناديل البحر مشكلة يمكن الاستفادة منها" – د. حسن عبد الله الشرقاوي – مجلة البيئة والتنمية اللبنانية – أغسطس 2009م..
7. مقال "توحش الإنسان أم توحش القروش" – د. حسن عبد الله الشرقاوي – مجلة البيئة والتنمية اللبنانية – أكتوبر 2010م..
8. National Research Council, (1999). Committee on the Ocean's Role in Human Health, Ocean Studies Board, Commission on Geosciences, Environment, and Resources. From monsoons to microbes: understanding the ocean's role in human health. Washington, D.C. National Academy Press
9. The Ocean Conservancy (2002). "Cruise Control, A Report on How Cruise Ships Affect the Marine Environment. p. 13.
10. Harrabin, R. (2003). EU faces ship clean-up call. BBC News.
11. Meinesz, A. (2003). Deep Sea Invasion. The Impact of Invasive Species. PBS: NOVA.

12.Steger, M. B. (2003). Globalization: A Very Short Introduction. Oxford University Press Inc. New York

13.Gerdes, L. I. (Eds.). (2004). Endangered oceans. San Diego, California: Greenhaven Press.

14.Copeland, C. (2008). "Cruise Ship Pollution: Background, Laws and Regulations, and Key Issues" (Order Code RL32450). Congressional Research Service.

15.Hogan C.M. (2008). "Magellanic Penguin", GlobalTwitcher.com, ed. N. Stromberg.

16.Vidal ،J. (2009). "Health risks of shipping pollution have been 'underestimated'" ،Guardian.،

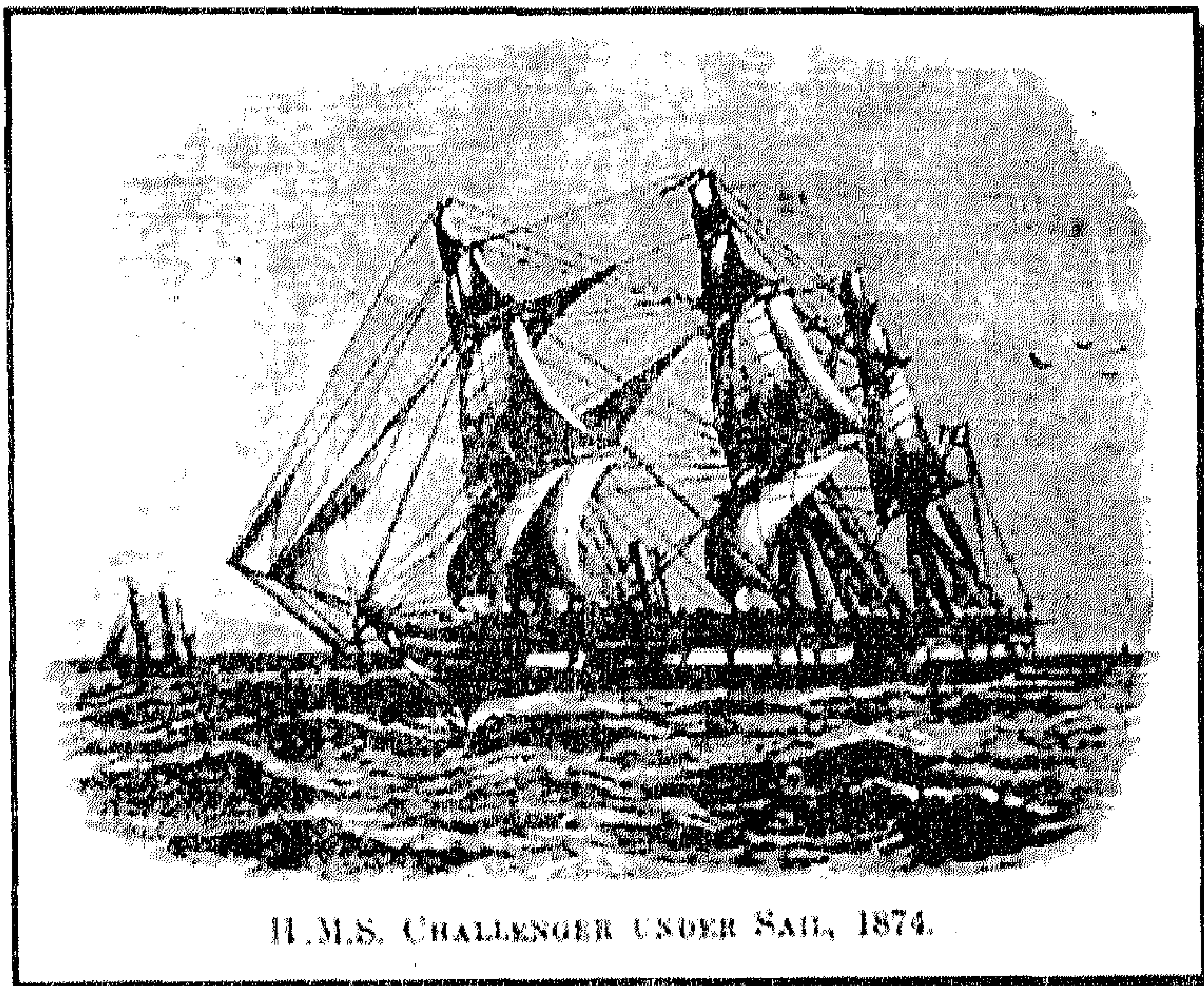
(3)

التلوث البحري الفيزيائي

الطبيعة لا تقتل أبناءها ! !

مدخل:

سيكون من المهم لنا – قطعاً – للوقوف على حالة التلوث البحري الفيزيائي أن نلم بكم ولو يسير من المعلومات المتعلقة بطبيعة وخصائص البيئة البحرية؛ فيما يُعرف بـــ (**علوم البحار**).. ولو أنها من العلوم الحديثة العهد نسبياً، غير أن الإنسان قد استخدمها منذ مئات السنين في صيد الأسماك وقيادة المراكب عبر البحار والأنهار.. لكن بدأ تأصيل علوم البحار كعلم مستقل في ثمانينات القرن التاسع عشر، عندما بدأت رحلات بحرية خاصة تجوب البحار والمحيطات المختلفة، لدراسة خصائصها المختلفة بمساعدة العلوم الأساسية (الفيزياء – الكيمياء – الجيولوجيا – البيولوجيا – الرياضيات)، وكان من أشهرها رحلة الباخرة (**تشالنجر**)، تلك التي جابت المحيطات ثلاث سنوات متصلة، وقد نتج عن هذه الرحلات معلومات مفيدة وقيمة، لاتزال مستخدمة حتى يومنا هذا.

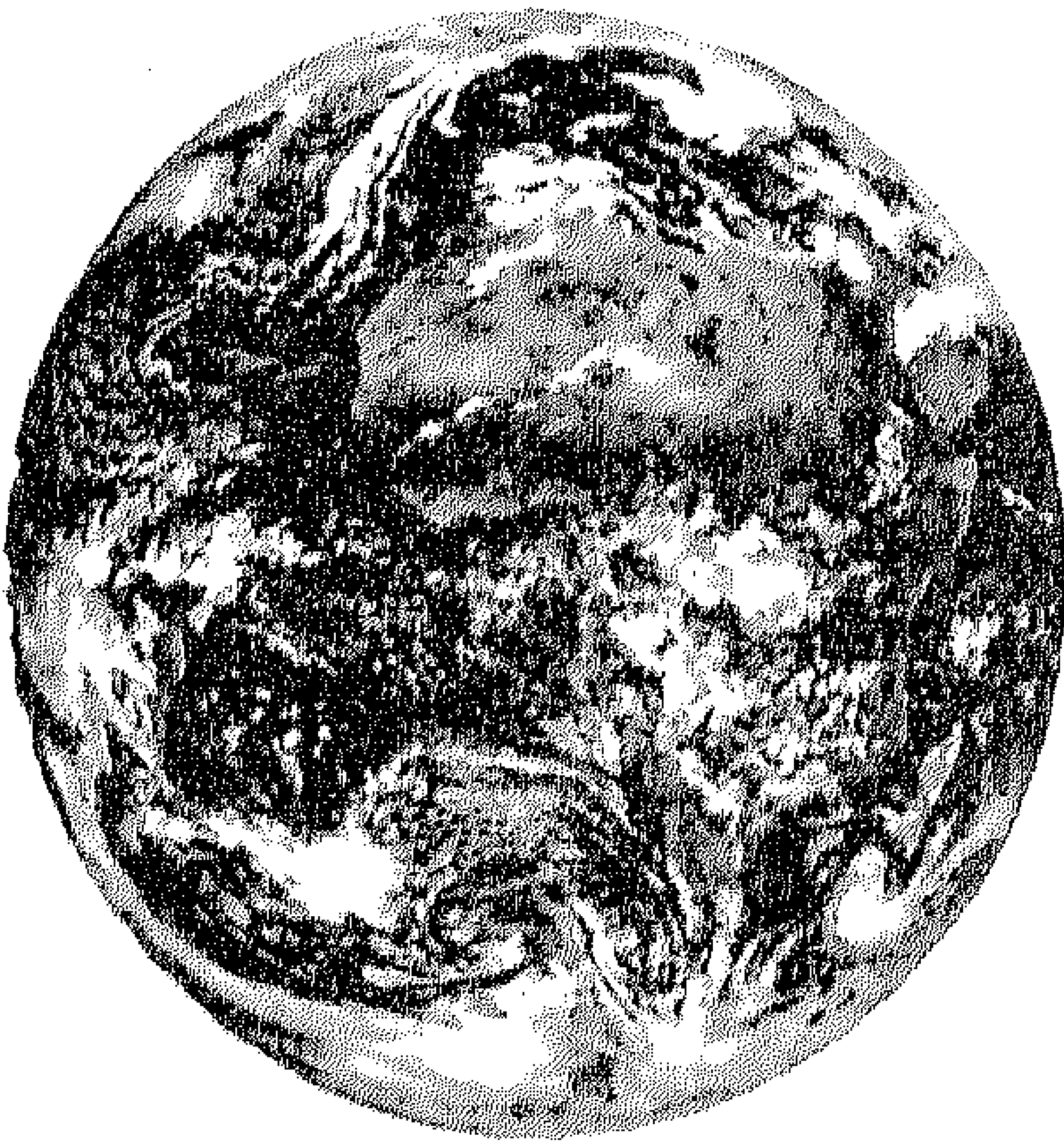

H.M.S. Challenger under Sail, 1874.

الباخرة (تشالنجر) أو (المتحدية)

الافساد البحري:

يُحار الباحث حين يبدأ موضوعاً عن التلوث!! فكلمة تلوث أو أحد تصريفاتها لم تذكر في القرآن الكريم أو أحد أحاديث الرسول محمد (ص)، أو حتى أحد الكتب السماوية؛ وهو ما يضع المصطلح (**تلوث**) بعيدًا عن فطرة الله في خلقه ويضع الاصطلاح ذاته بعيداً عن تعريفه المتواتر منذ أن تم تداوله ترجمة عن كلمة (**Pollution**) الإنجليزية منذ منتصف خمسينات القرن العشرين، والذي يُعرف بأنه "إدخال مكونات غير أصلية لأي بيئة مما يغير من تكوينها الأصلي".. ولعل أشهر مثال للتلوث هو ملعقة السكر عند وضعها في كوب الشاي، هنالك أفسد السكر تكوين الشاي الأصلي رغم أننا نستفيد من هذه الإضافة بتحلية الشاي، لذلك فكلمة تلوث كلمة بعيدة عن الفطرة الأصلية للإنسان مما يجعلنا نفتش عن مكون أصلي في كتاب الله فلا نجد أفضل من كلمة (فساد)، فقد ذكرها الله مصدراً وتصريفاً في 39 آية من آيات القرآن الكريم، ويضع أمامنا آيه تلخص الأمر في سورة الروم:

"ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ" [الروم: 41]



هذا التعريف سيضع كل ما سنقوله في سياقه؛ ويحقق تعريف التلوث تماماً فهو يظهر الحدث ويعرف أسبابه ويستنتج تبعاته وكيفية معالجته.. فالإنسان هو سبب هذا الفساد وهو المتضرر منه ولا بد أن يرجع عن عاداته السيئة ليعود له الصلاح. وتجمع لنا الآية أماكن الإفساد بين البر الذي نظن أننا نعيش فيه وبين البحر الذي هو في الحقيقة أكثر من ثلاثة ارباع الكرة الارضية، وهو المقصود الأكبر

بالتلوث.. ويا عجبًا أن يذكر الله البحر في آياته ولم يكن الإنسان قد عرف من علوم البحار إلا النذر اليسير قياساً بما عرفه بعد ذلك حين اهتم علماء بدراسة البيئة البحرية بتخصصاتها المختلفة وأدواتها الشتى فيما يُعرف الآن بـــاصطلاح **(علوم البحار)**.. وهي علوم حديثة الدراسة، عتيقة الاستخدام، إذ تشمل كل التخصصات من **ظروف طبيعية ومكونات كيميائية ومخلوقات مائية تشمل أدنى ما يتصورها الإنسان،** وأكبر مخلوقات الكرة الارضية.

كما أسلفنا فإن علوم البحار من العلوم الحديثة العهد، رغم استخدام الإنسان لها منذ مئات السنين في صيد الأسماك وقيادة المراكب عبر البحار والأنهار؛ ومن المؤكد أن الكرة الارضية كوكب مائي، لاحتواء ثلاثة ارباع مساحة سطحه علي المياه؛ وهو مايجعل الناظر اليها من الفضاء يراها باللون الأزرق الذي يعكسه الماء بصورة أكبر من أي لون آخر؛ لذا عُرف كوكب الأرض بـــ **(الكوكب الأزرق).**

هذا، ويمكن تقسيم تخصصات علوم البحار إلي أربعة تخصصات رئيـــسية، ألا وهي:

1- علوم البحار الفيزيائية..

2- علوم البحار الكيميائية..

3- علوم البحار الجيولوجية..

4- علوم البحار البيولوجية..

ومع تقدم العلم في العصر الحديث فقد أمكن إضـــافة بعــض التخصـــصات الأخرى كتخصصات أساسية في مجال علوم البحار، مثل:

1- الأرصاد البحرية..

2- الجيوفيزياء البحرية..

3- بعض أفرع الهندسة البحرية..

أما عن (**علوم البحار الفيزيائية**) فيمكن تلخيص أهدافها كعلم في الجملة التالية:

"دراسة كل ما سكن من صفات بحرية، وما تحرك من كتل مائية في البحار"..

فالظواهر الطبيعية في البحار هي صفات لا تفقدها البحار أبداً، **ومنها ما يلي:**

- ✓ دراسة الخواص الفيزيائية لمياه البحار مثل درجة الحرارة ودرجات الملوحة وكثافة ماء البحر وغيرها..
- ✓ دراسة انتقال الأمواج في البحار والتي تشمل الموجات الصوتية والموجات الضوئية وبالتاكيد كل انواع الأمواج البحرية السطحية منها والعميقة..
- ✓ دراسة ظواهر فيزيائية هامة مثل المد والجزر في البحار والمحيطات..
- ✓ دراسة التغيرات في مستوي سطح البحر، والتي تعتمد علي ظاهرة المد والجزر بالإضافة إلى المؤثرات الجوية مثل الرياح والضغط الجوي والمؤثرات الهيدروجرافية مثل التيارات البحرية وكثافة ماء البحر..
- ✓ دراسة التيارات البحرية وما يتبعها من حركة الكتل المائية، سواء في المنطقة الساحلية أو في المناطق العميقة من البحار والمحيطات..
- ✓ دراسة التبادل المائي بين البحار والمحيطات المختلفة، وكذلك التبادل الحراري بين المياه السطحية للبحار والمحيطات والغلاف الجوي الملامس له..

وفرع علوم البحار الطبيعية يُعد علماً مستقلاً لا يعتمد علي العلوم الأخرى، حيث لا يعتمد على أي من العلوم البحرية الأخرى في تفسير ظواهره بينما لا يمكن تفسير أي من ظواهر العلوم البحرية الأخرى بدونه؛ فمثلاً لا يمكن دراسة حركة الرسوبيات الساحلية، والتي تؤثر على شكل الساحل والمنشئات المقامة على امتداده

دون دراسة التيارات البحرية التي تحدد اتجاه وسرعة انتقال المياه الحاملة لهذه الرسوبيات بالاضافة إلى دراسة ومعرفة الأمواج البحرية المؤثرة على الساحل؛ كما أن دراسة التكوين الكيميائي لمياه البحار يتطلب معرفة نوعية الرواسب القاعية حيث يتم التبادل الأيوني بين الماء والرواسب، ودراسة الأحياء البحرية تحتاج للالمام بالظروف الفيزيائية والكيميائية والجيولوجية المؤثرة على البيئة.

وبوصف عام.. تنقسم دراسة علوم البحار الفيزيائية إلى قسمين رئيسيين، هما:

1- **دراسة تحليلية (أو وصفية):** وهي التي تعتمد على قياس بيانات الظواهر الفيزيائية باستخدام الأجهزة البحرية بغرض التعرف على خواص مياه البحر بتحليل هذه البيانات..

2- **دراسة ديناميكية (أو نظرية):** وتعتمد على استخدام القوانين المعروفة لعلم الفيزياء وتطبيقها علي مياه البحار والمحيطات، واستنباط معادلات الحركة بمعرفة القوى المؤثرة والمسببة لحركة مياه البحار..

وقد اتجهت جهود علماء البحار في السنوات الأخيرة إلى النمذجة البحرية والتي تعتبر ربطاً بين الدراسة التحليلية والدراسة الديناميكية لمياه البحار والتي يمكن من خلالها إيجاد العلاقة بين العوامل البيئية المختلفة، ومن ثم التنبؤ بالتغيرات البيئية الناشئة عن الأنشطة البحرية، وكذلك اقتراح الحلول لهذه المشاكل؛ ومثل هذه الدراسة تستلزم دراسات متكاملة لمنطقة البحث في فترة زمنية محددة.

كما تعتبر دراسة التبادل الحراري بين البحر والجو - أيضاً - من الدراسات الهامة في مجال علوم البحار الفيزيائية. ويرجع أهمية ذلك إلى أن التغيرات في الأحوال الجوية وتغير المناخ من مكان لآخر يعود في المقام الأول للتغيرات في درجة حرارة مياه سطح البحار وإلى حركة المياه بواسطة التيارات البحرية ودورانها

واختلاف درجة حرارتها من مكان لآخر. كما أن التبادل المائي والغازي بين سطح البحر والهواء يعتمد على الظروف الجوية فوق سطح البحر.

وعلاوة على ذلك فإن الدراسات الصوتية في البحار ذات أهمية كبيرة وخصوصاً في المجالات العسكرية، وفي النواحي الإقتصادية من حيث تتبع حركة التجمعات السمكية والكائنات البحرية. وبشكل عام فإن لعلوم البحار أهمية كبيرة في دراسة مشاكل البيئة البحرية وكذلك في إمكانية استغلال الثروات الاقتصادية الكبيرة المتاحة في البحار والمحيطات، والتي تمثل أكثر من 70% من مساحة الأرض.

وذلك إلى جانب دراسة التيارات البحرية في كل البحار والمحيطات المختلفة والتي أثرت في شكل الحياة على مدار التاريخ؛ حيث أن التغير في سرعتها ومكانها وملامح الدوران على المقياسين المتوسط والصغير والتيارات الساحلية المتغيرة وتأثير ذلك على الكائنات الحية وحركة السفن البحرية. وقد أدى ذلك إلى دراسة العوامل الفيزيائية بهدف تحديد سببها وكيفية سلوكها، ومنه تم تحضير الخرائط الملاحية وخرائط التيارات البحرية إلى جانب جداول المد والجزر.

وحين نتكلم عن المياه والبحار والمحيطات بهذه الخصائص المتفردة فإن لنا بعض التعريفيات التي تظهر تفرد خصائص المحيط المائي ستساعد في فهم المشكلة برمتها؛ وسنتعرض لتلك الخصائص بقليل من التفاصيل ومنها:

أولاً: الماء كائن فريد:

الماء هو الكائن الوحيد المعروف في الكون كله الذي يتمدد عند انخفاض درجة الحرارة؛ فالقاعدة الفيزيائية الشهيرة تقول أن الأجسام تتمدد بالحرارة وتتكمش بالبرودة؛ إلا الماء؛ فتلك الخاصية التي لا توجد لكائن آخر غير الماء في الكون وهي أن كل الكائنات والسوائل تزيد كثافتها مع انخفاض درجة الحرارة وتكون في حالتها

الصلبة في أعلى درجات الكثافة؛ فدائماً ما يغوص أي صلب في سائله، إلا الماء الذي جعل الله له خاصية أن يكون الثلج – وهو مادته الصلبة – أقل كثافة من الماء في حالته السائلة، مما يجعل الثلج يطفو فوق الماء، مما حافظ على الحياة في البحار والمحيطات والبحيرات العظمى لأن درجة حرارة الماء تحت هذه الطبقة من الثلج تظل حول أربع درجات مئوية، مما يجعلها بيئة تتعايش معها الكائنات الحية.

ثانياً: خاصية الحفاظية:

للبحار والمحيطات خصائص ثابتة تحتفظ بها دائماً من درجات حرارة ومحتوي ملحي وكثافة مياه وتتميز بانها لا تفقد خصائصها في المياه البعيدة عن أي التبادل سواء من الشواطيء أو سطح الماء مع الغلاف الجوي، فيما يُعرف باصطلاح **(الحفاظية)**؛ وللماء نفسه جزء كبير من هذا اللفظ فبسبب حرارتها النوعية العالية تفقد وتكتسب الحرارة أبطأ بكثير من الأرض.

ثالثاً: خصائص ملوحة المياه:

كميات المياه المالحة الموجودة في الكرة الأرضبة هي أفضل خزان يمكن تصوره للحفاظ على المياه في الكرة الأرضية فكمية الأملاح هي أفضل وسيلة للحفاظ على المياه من أن تأسن وتفسد فلولا كمية الأملاح هذه لأنتهت الحياة على الأرض منذ زمن بعيد؛ وكم الأملاح هذا يُعرف بـــ **(درجة الملوحة)**، وهو "مقدار الأملاح بالجرامات في كل كيلو جرام من ماء البحر"، وتصل لحوالي 35 جرام في كل كيلوجرام ماء بحر كمتوسط في البحار المفتوحة البعيدة عن الشواطيء؛ فهذا المخزن العملاق يتيح باتساع رقعة سطحه تبخير المياه النقية وتصعيدها إلي السماء لتكون السحاب التي يبعث بها الله إلى ما يريد من أرضه لتنزل المياه العذبة ليشرب

منها الناس والبهائم ويجريها الله أنهاراً أو ينابيعاً في باطن الأرض لتعود بعد ذلك لتصب في البحار فما من نهر إلا ويصب في بحر في منظومة متكاملة تشهد للخالق بالقدرة والعظمة في تقدير أقوات الأرض ومن فيها وهو ما يُعرف بدورة المياه في الكرة الأرضية.

تتأثر الكائنات الحية في البيئة البحرية باي تغيير ولو بسيط في ملوحة الوسط المحيط بها. وبعض المحاريات التي تعيش قريباً من مصبات الأنهار تستطيع التلائم مع التغير الواضح في الملوحة سواء أثناء الفيضانات حيث تنخفض الملوحة بدرجة كبيرة وملحوظة، أو عندما يرتفع سطح البحر ويطغي على النهر وترتفع معه ملوحة المياه.

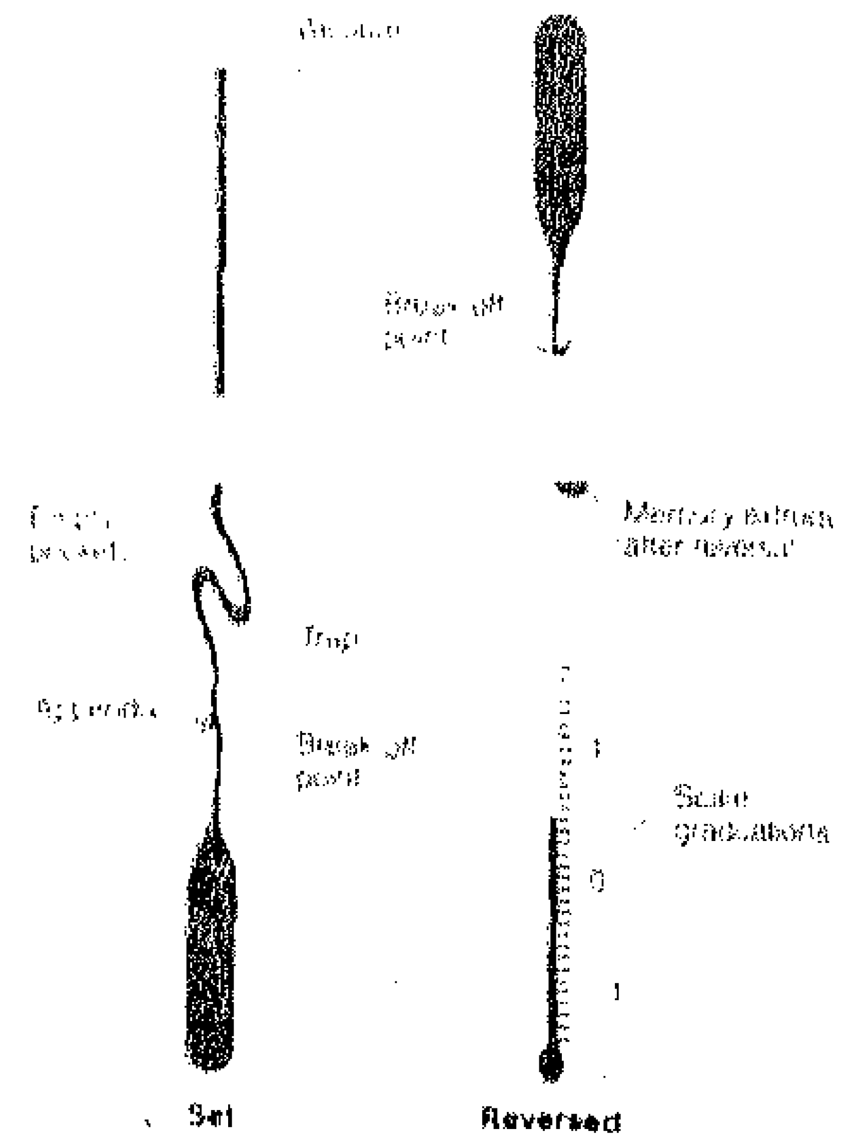
رابعاً: خصائص درجة حرارة المياه:

أما درجة الحرارة عند سطح البحر فتتأثر بدرجة حرارة الغلاف الجوي ومؤثراته من ضغط جوي ودرجات الرطوبة وسرعة الرياح واتجاهاتها مما يجعل درجة حرارة المياه السطحية تتغير تبعا لدورة الارض اليومية حول نفسها فيما يُعرف بـــ **(الدورة اليومية لدرجة حرارة الماء)**؛ ونظراً للكثافة النسبية للماء فهي تتاخر عن دورة حرارة الهواء بنحو الساعتين يوميا لتكون أعلى درجات حرارتها بعد الظهيرة بنحو الساعتين وأقلها بعد شروق الشمس وأيضاً تتأثر بدورة الارض حول الشمس في تعاقب الفصول فبعد فصل الشتاء البارد تكون درجة حرارة الماء السطحية في أقل قيمها في شهر فبراير وتكون درجة الحرارة في اعلى قيمها بعد حوالي شهرين من ذروة شهر الصيف الساخن في شهر أغسطس.

أما درجة حرارة المياه تحت السطحية فتشهد حافظية عالية فلا تجد تغيراً ملحوظاً على مدى العمق من مائتي متراً إلى القاع إلا في أجزاء مئوية من درجة

الحرارة المئوية؛ والأعماق من سطح الماء حتي عمق مائتي متراً يشهد انحداراً حرارياً مميزاً، ومميز لكل منطقة؛ فبينما نشهد درجات حرارة عالية عند السطح تنحدر إلى حوالي أربع درجات مئوية في القاع عند المناطق الإستوائية، فإنه بالقرب من الأقطاب يكون تزايد درجة الحرارة من الصفر الجليدي إلى حوالي أربع درجات أيضاً تحت المائتي متر؛ وأيضًا تتميز البحار الداخلية التي تتوسط القارات وشبه المقفولة مثل البحر المتوسط والبحر الأحمر بإرتفاع درجة حرارة المياه في الأعماق الكبيرة فتدور حول درجة 13°م للبحر المتوسط و21.5°م للبحر الأحمر بسبب وجود المضايق وانخفاض العمق بها، وعدم وجود تبادل مائي تقريباً إلا من خلال المائتي متراً الأولى فعمق مضيق باب المندب في البحر الأحمر أقل من مائتي متراً، وعند مضيق جبل طارق أقل من خمسمائة متر.

ورصد الخصائص الطبيعية منذ بدء تاريخ علوم البحار يحتاج لاستخدام أجهزة تستطيع تثبيت الصفات على ما كانت عليه لحظة ومكان الجمع، فالتغير في درجة الحرارة مثلاً إذا كانت العينة من أكثر من ثلاثمائة متراً يحتاج لمدة ثلث ساعة حتي تصل العينة من مكانها إلى السطح فتتغير درجة الحرارة ولذلك كانت تستخدم أجهزة ترمومترات خاصة تستطيع تثبيت درجة الحرارة وتحديد العمق، وتُعرف بالترمومترات القلابة؛ وكذلك عبوات خاصة لجمع عينات الماء بخصائصه المختلفة تستطيع حبس العينة من عمق محدد فقط وهو ما يُعرف بعبوات **(نانسن)** أو **(ناسكن)** وهي أسماء لعلماء؛ استخدمت هذه العبوات لأول مرة في رحلات استكشافية تحت قيادتهم؛ وحصل العالم النرويجي **(فريدشوف نانسن)** (1861-1930م) علي جائزة نوبل في عام 1922م في السلام لهذه المجهودات؛ ومع تقدم العلوم أصبحت تُستخدم حالياً أجهزة ذات مقاومة كهربية لرصد خصائص مياه البحار الطبيعية والكيميائية والبيولوجية.



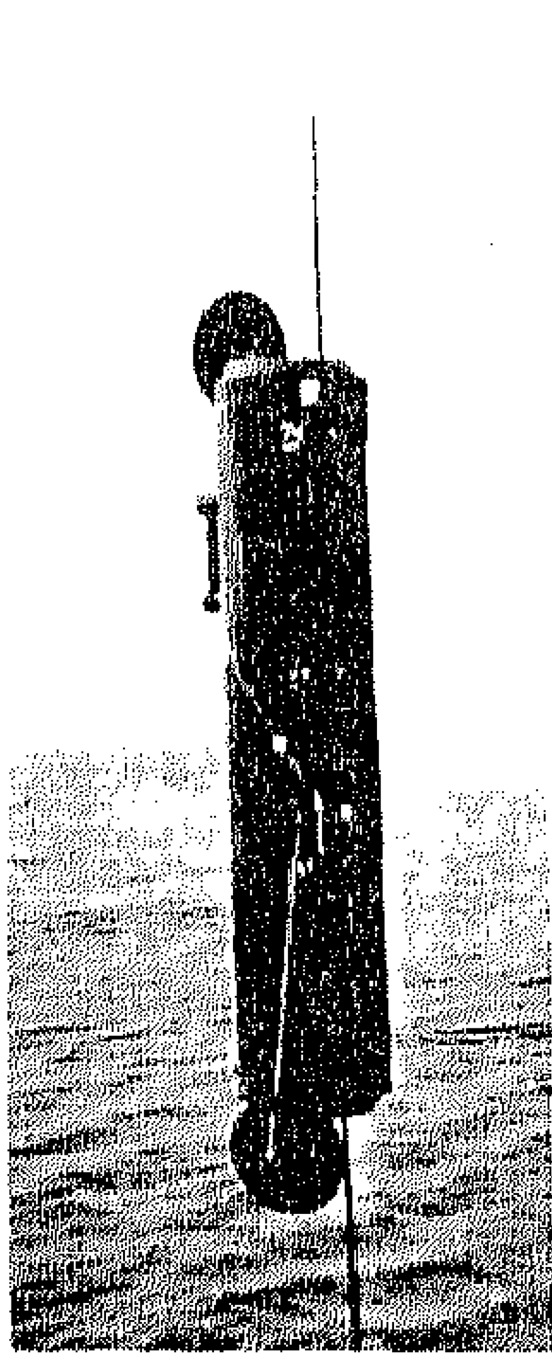
الترمومترات القلابة



عبوات نانسن



فريدشوف نانسن (نرويجي)



عبوات ناسكن

تأثير التغير في درجة حرارة المياه على الكائنات البحرية:

تتميز المناطق الاستوائية الدافئة بكثرة عدد أنواع الكائنات العائمة بها إلا أنها أقل حجماً ووزناً عن مثيلاتها المتواجدة بالمياه الباردة. ويُطلق على وزن الكائنات في وحدة الحجم بالوزن الكلي للكائنات. يزيد الوزن الكلي للكائنات في المناطق الباردة عن المتواجدة بالمناطق الدافئة وذلك لصغر حجم الكائنات بها كما يرجع إلى الانخفاض في معدل اللزوجة وزيادة كثافة مياه المناطق الباردة. ولا ينطبق هذا التكيف مع درجة الحرارة في الأنواع كبيرة الحجم من الكائنات الحية؛ ويظهر تأثير الحرارة على معدل الأنشطة البيولوجية للكائنات حيث تزداد هذه الأنشطة إلى الضعف بزيادة درجة الحرارة 10 درجات مئوية؛ وكائنات المناطق الدافئة دورة حياتها قصيرة فهي تنمو وتتكاثر بمعدل أسرع من مثيلاتها بالمناطق الباردة، كما توجد أنواع من الكائنات تستطيع أن تعيش بنجاح في المناطق الباردة عن أي منطقة

أخرى، وكثير من هذه الكائنات لا تتحمل إلا التغيرات البسيطة في درجة الحرارة ويُطلق عليها (**محدودة احتمال التغير الحراري Stenothermal**) كما يوجد أنواع أخرى يكون تأثير تغير الحرارة عليها صغيرا رغم الارتفاع الملحوظ لدرجة الحرارة ويُطلق عليها (**واسعة احتمال التغير الحراري Eurythermal**).

وتعتمد الحياة في البحر على النباتات المتواجدة في البحار، هذه النباتات تحتاج إلي ضوء الشمس والأملاح المغذية وثاني أكسيد الكربون، ومعظم نباتات المحيطات هائمات نباتية تقضي معظم حياتها معلقة في المياه، والهائمات النباتية تحتاج من الأملاح المغذية للفوسفات وأيونات النيترات الذائبة في الماء؛ هذه الأملاح المغذية وثاني أكسيد الكربون تحتوي على كمية ضئيلة من الطاقة تقوم الهائمات النباتية باستخدام طاقة الشمس لتحويل هذه المواد البسيطة إلى طاقة كيميائية كبيرة وتسمح مياه البحر بمرور الطاقة الشمسية إلى أعماق كبيرة قد تصل إلى مئات الامتار في البحار الصافية لكن ما يصل من الطاقة الشمسية إلى الأعماق يكون صغيرًا لدرجة لا تسمح بحدوث عملية التمثيل الضوئي بينما نجد أن عملية التمثيل الضوئي تكون واضحة في خلال 100م عمق من سطح البحر، وقد تصل في مياه المحيطات الصافية إلى أكثر من 200م وتحتوي مياه المناطق الساحلية علي مواد عالقة تمنع أشعة الشمس من الوصول إلى الأعماق الكبيرة ويتركز نفاذها في الطبقة السطحية فقط.

بعض صور التلوث البحري الفيزيائي:

والتلوث البحري أو الإفساد البحري الفزيائي تتعدد صوره حسب المؤثر والمكان ودرجة تغير الصفات والخصائص، **ومنها ما يلي:**

التلوث الحراري:

يُقصد به تراجع جودة المياه بسبب تغير درجة الحرارة المحيطة، وينشأ التلوث الحراري للمياه عن عمليات التبريد اللازمة لامتصاص الحرارة الزائدة التي تنتج من التفاعلات والتحولات المختلفة وعمليات التصنيع وتحويل الطاقة، وتحتاج المصانع ومحطات توليد الطاقة التي تعمل بالوقود النووي وصناعات أخرى كصناعة الحديد والمعادن الصلبة وصناعة الورق لكميات من المياه الباردة للتبريد تصلها من أماكن المياه القريبة سواء من البحيرات أو الأنهار أو البحار أو المحيطات حيث تسخن المياه التي تُستخدم في التبريد، ويُعاد صرفها مرة أخرى إلى أماكن المياه التي ضخت منها مما يؤدي إلى إرتفاع في درجة حرارة مياهها، وعندما تقوم إحدى محطات الطاقة ببدء التشغيل أو التوقف لأي سبب، قد تتعرض الكثير من الأسماك والكائنات البحرية، والتي قد تكيفت للعيش في درجة حرارة معينة- للموت المفاجيء بما يُطلق عليه **(الصدمة الحرارية).**

أما عن حالة انخفاض درجة الحرارة فينجم ذلك عن طريق مصبات المياه الباردة من خزانات السدود إلى الأنهار التي تكون أكثر دفئاً؛ ويؤثر ذلك على الأسماك وخصوصاً بيض السمك واليرقات واللافقاريات الصغيرة وعلى انتاجية النهر.

والتغيرات في درجات الحرارة بدرجة واحدة أو إثنتين قد يؤدي إلى تغييرات كبيرة ضارة في التمثيل الغذائي وغيره من الآثار الخلوية البيولوجية، وقد تصل درجة الحرارة إلى حوالي 21 درجة مئوية للمياه العذبة، وأكثر من 26 درجة مئوية للمياه المالحة، وتقترب من 30 درجة مئوية للمدارية.

هذا الأرتفاع في الحرارة يسبب في كثير من الأحيان أضراراً للحياة النباتية والحيوانية أكثر من المواد الملوثة التي تقذفها المصانع نفسها وأي زيادة في درجـــة

الحرارة الطبيعية لأي كتلة مائية تخل بالتوازن الطبيعي في هـذه الميـاه، والـذي **ينعكس في الأمور الآتية:**

- ✓ تناقص كمية الأكسجين المنحل في الماء..
- ✓ ارتفاع النشاط الحيوي وزيادة نسبة التفاعلات الكيميائية وتتضاعف معدلاتها لكل ارتفاع في درجة الحرارة مقداره 10 درجة مئوية..
- ✓ اشعارات حرارية خاطئة أو مزيفة تُعطي للحياة المائية..
- ✓ قد يتم تجاوز حدود الحرارة المهلكة للأحياء المائية..

مصادر التلوث الحراري:

1- مصادر توليد الطاقة الكهربائية:

تنشأ هذه المحطات على مقربة من الموارد المائية وذلك لعظم كميات المياه التي تحتاجها هذه المحطات للتبريد، ويتم استخدام مياه البحر بجميع المبادلات الحرارية لغرض تكثيف البخار بالمحطات البخارية ولأغراض التبريد بالمحطات البخارية والغازية وتكتسب هذه المياه الداخلة في عملية التبريد درجة حرارة عالية عند خروجها وتصرف إلى البحر وهذا يسبب ظاهرة التلوث الحراري لمياه البحر؛ وغالبًا ما تكون الكفاءة الحرارية لمحطات الطاقة النووية أقل من تلك التي تستخدم البترول او الفحم، وعليه فإن الحرارة المتبددة في مياه التبريد من هذه المحطات النووية ستكون كبيرة؛ ويرجع انخفاض كفاءة المحطات النووية إلى سببين رئيسيين: الكفاءة في التوليد، والأمر الآخر يتعلق بمحطات الوقود الأحفوري حيث يتم طرح جزء من هذه الحرارة إلى الجو عن طريق المداخن في حين يتعذر ذلك في المحطات النووية لاعتبارات بيئية وحذراً من التسرب الاشعاعي وبسبب هذين

العاملين فإن محطة توليد الطاقة الكهربائية النووية تطرح 50% من الطاقة الحرارية إلى الموارد المائية أكثر من نظيرتها التي تستخدم الوقود بترولاً أو فحماً.

2- الصناعات النفطية والمصافي:

تُستخدم المصافي النفطية كميات كبيرة من المياه في التبريد والعمليات الصناعية المختلفة، وتُطرح هذه المياه خلال دائرة مفتوحة وعلى الأخص بالنسبة للمصافي الواقعة على شواطيء البحر، حيث تؤدى هذه المياه إلى خفض كميات الأكسجين الذائب مما يسبب خللاً في الأحياء المائية الدقيقة إضافة إلى ذلك فإن المياه الراجعة إلى المصدر المائي تحتوي على زيوت وشحوم وهذا بدوره يؤدي إلى تلوث شواطيء البحر بالزيت.

3- صناعة الحديد والصلب:

صناعة الحديد والصلب من أكثر الصناعات استهلاكاً للطاقة، وبالتالي من أكثرها تلويثاً للبيئة. ومن المعروف أنه لانتاج طن واحد من الحديد والصلب نحتاج إلى صرف 460 مترًا مكعبًا من الغاز أو استهلاك 1400 ك.و.س من الكهرباء، وهكذا ندرك ما يمكن أن يترتب على هذا من تلوث للهواء والماء والتربة، ونظرًا للاستخدام الضروري للمياه في صناعة الحديد والصلب ينتج تلوث للمياه وإحداث ضرر على البيئة.. ومن أهم استخدامات المياه الصناعية التبريد بشقيه المباشر وغير المباشر فينتج عن التبريد المباشر للمنتوجات إزالة القشور من على أسطحها وتختلط المياه بالقشور وكذلك بالزيوت والشحوم المستعملة للدرافيل، فيحدث تلوث لهذه المياه وتختلط بالشوائب وتظهر مؤشرات التلوث المتمثلة في الحرارة والزيوت، كذلك بعض المعادن الثقيلة وعسر الماء وغيرها من مؤثرات التلوث. وتُستخدم المياه – أيضاً – كعامل مساعد لكبت أنواع مختلفة من عناصر التلوث الناتجة عن طريق

مناولة مكورات الحديد خلال عمليات الاختزال المباشر وكبت لغازات العادم الناتجة من عمليات الاحتراق بمصانع الاختزال المباشر.. **هذا، وحسب درجة حرارة المياه يكون التأثير البيئي، فمثلاً:**

✓ **المياه الدافئة:**

تقلل درجات الحرارة المرتفعة من مستوى الأكسجين الذائب في الماء، وانخفاض مستويات الأكسجين الذائب يحدث ضرراً بالحيوانات المائية مثل الأسماك والبرمائيات، يمكن أن يؤدي التلوث الحراري - أيضاً - إلى زيادة الأيض للحيوانات المائية، ويزيد نشاط الإنزيمات، مما يؤدي إلى استهلاك الكائنات كميات أكبر من الأغذية في وقت أقصر مما لو كانت البيئة لم تتغير. زيادة معدل الأيض يمكن أن يؤدي إلى نقص في مصادر المواد الغذائية، وبذلك ينقص عدد الأحياء. كما يمكن أن تؤدي التغيرات في البيئة إلى هجرة الكائنات الحية من المناطق ذات السخونة الحرارية إلى بيئة أخرى أكثر ملائمة، وإلى هجرة الأسماك إلى المناطق ذات السخونة الحرارية لكن ليس عند مصبات المياه الساخنة، وهذا يؤدي إلى التنافس على موارد أقل.

إن الأسماك التي تنجذب إلى مناطق المياه الساخنة تقع في الفخ وتحتفظ في أجسامها بالمياه التي تناولتها فتموت بالآلاف نتيجة الضغوط التي تتولد على وظائفها الحيوية.. كما تشير الدراسات إلى أن الهائمات النباتية مصدر رئيسي لغذاء العديد من الأحياء المائية.

وجدير بالملاحظة أن الطحالب التي تتكاثر بمعدل أكبر تحت تأثير درجات الحرارة العالية لا تصلح غذاءً للكثير من الأسماك والأحياء البحرية الأخرى بل إن بعض الأسماك تصاب بالتسمم نتيجة لاستخدامها لتلك الطحالب كمصدر للغذاء.

وأهم مشكلات الماء الدافيء هي مشكلة كيميائية فالماء الساخن يحتفظ بكمية من الأكسجين المذاب أقل من الكمية التي يحتفظ بها الماء البارد، وبالتـالي تطـرد الحرارة الأكسجين من الماء، وعندما تصل درجة حرارة الماء إلى حوالي 37 درجة مئوية تبدأ الأسماك في الاختناق لنقص كمية الأكسجين الذائب.

الارتفاع في درجة الحرارة لا يعمل على طرد الأكسجين من الماء وفقـط، ولكنه يساعد على نمو عمليات أخرى ينتج عنها زيادة النقص في كميـة الأكـسجين فدرجة الحرارة العالية تزيد من نشاط الأسماك والكائنات الحية الأخـرى وتجعلهـا تحتاج إلى كميات أكبر من الأكسجين. والكائنات الميتة المتآكلة تزيد من اسـتهلاكها للأكسجين لأكسدة المواد العضوية وفي الظروف الطبيعية تعوض المياه النقص فـي الأكسجين بإذابة كميات جديدة من الهواء الملامس لسطح الماء ولكن ارتفاع درجـة الحرارة يمنع المياه من استقبال كميات جديدة من الأكسجين، فـلا تجـد الطحالـب والهائمات الأكسجين اللازم للتنفس وتموت؛ وتعاني الأسماك التي تتغذى على تلـك الكائنات من نقص الغذاء الكافي وتبدأ في الإنهيار.

هناك عامل آخر يجب اعتباره بالاضافة إلى رفع درجة حرارة المياه وهـو معدل التغير في درجة الحرارة أي السرعة التي يحدث بها هذا التغيـر الحـراري، وكثيراً ما تستطيع الكائنات الحية أن تتأقلم لدرجات الحرارة المختلفة شريطة أن يتم تغير درجات الحرارة ببطء حيث أن أي تغير سريع ومفاجيء في درجـة الحـرارة يؤدي إلى قتل الكائن الحي على الرغم من أن التغير نفسه لا يكون مميتاً إذا حـدث ببطء، فعلى سبيل المثال فأن 95% من بيوض سمك الفرخ تموت عندما يـتم نقلهـا بشكل مفاجيء من ماء درجة حرارته 18-20°م إلى ماء درجة حرارته 29°م بينما إذا وضعت تلك البيوض في الماء ورفعت درجة حرارته تدريجياً لتصل إلـى 29°م خلال فترة 30- 40 ساعة فإن 80%من البيوض تعيش.

ولسوء الحظ فالمسطحات المائية القريبة من المصانع ومحطات الطاقة الكهربائية ولاسيما محطات الطاقة النووية لا تحدث فيها فقط تغيرات يومية سريعة في درجة حرارة المياه المطروحة وإنما تحدث تغيرات موسمية حين تتوقف لأسباب شتى وبهذا يكون من الصعب إن لم يكن من المستحيل على الكائنات الحية النباتية والحيوانية أن تتأقلم لدرجة الحرارة.

تؤدي الحرارة المرتفعة إلى هجرة كثير من الكائنات الحيوانية المائية إلى مناطق جديدة أو إلى خلل في دورة تكاثرها مما يسبب نقصاً في إعدادها. وقد ينتج عن إنخفاض أعدادها زيادة في كثافة النباتات التي كانت تتغذى بها الكائنات الحيوانية. وقد تحجز النباتات كمية من الأشعة كما يمكن أن تسد القنوات المائية أو تعوق حركة المجاري المائية.. باختصار يُحدث أي تغير في درجة حرارة الماء خللاً في الحياة المائية قد ينجم عنه انعكاسات كبيرة على النظام البيئي المائي.

هناك عامل غير مباشر للتلويث الحراري للمياه تجدر الإشارة إليه رغم أن مصدره الأساسي لا يتعلق بإلقاء النفايات الحرارية في المسطحات المائية فالعديد من مراكز الصناعات الثقيلة تقع قريبة من الأنهار والبحيرات وتستعمل هذه المصانع المياه المتوفرة لعملية التبريد، كما أن المصانع تلقي في مياه الأنهار والبحيرات الكثير من الملوثات المعدنية مثل الحديد والمنجنيز وغيرها؛ تقوم النفايات الحرارية بدور العامل المحفز في أكسدة الملوثات المعدنية لتتحول إلى أكاسيد الحديد والمنغنيز المختلفة، ورغم أن العناصر المعدنية هذه لا تُعتبر ملوثات لمياه الأنهار والبحيرات إلا أن أكاسيدها سامة مما يجعلها خطراً على الكائنات الحية.

من ناحية ثانية فإن تحول هذه العناصر إلى أكاسيد يعني استهلاك جزء آخر من الأكسجين المذاب في الماء مما ينتج عنه الآثار الغير مرغوبة؛ ومن ناحية أخرى

تعطي هذه الأكاسيد طعماً غير مستساغ للمياه كما أن التكاليف الأقتصادية للـتخلص منها باهظة.

✓ **المياه الباردة:**

إن طرح مياه خزانات السدود الباردة يمكن أن يحدث تغييراً هائلاً في الحيوانات والأسماك ويحد من انتاجية الأنهار؛ ففي أستراليا، قُضي على الأسماك المحلية في العديد من الأنهار ذات الحرارة المرتفعة نسبياً، وأحدث ذلك تغييراً جذرياً في الكائنات اللافقارية. ويمكن لدرجات الحرارة المناسبة لأسماك المياه العذبة أن تنخفض إلى أقل من 10 درجات مئوية، والمياه المالحة إلى أقل من 24 درجة مئوية، والمدارية إلى قرب 27 درجةمئوية؛ ومن المعروف أن سرعة التفاعل الكيميائي أو البيوكيماوي تتضاعف كل عشر درجات مئوية.. وذلك كله يؤثر على كثافة المياه والتوتر السطحي وذوبان الغازات في الماء واللزوجة وغيرها من الصفات الطبيعية.

الأخطار البيئية للتلوث الحراري:

مما سبق يمكننا القول بأن التلوث الحراري للمسطح المائي قد يـؤدي إلـى أخطار بيئية فادحة.. **يمكن تلخيصها في أربع نتائج رئيسية:**

1- انقراض بعض الكائنات المائية نظراً لاعتماد الكثير من وظائفها الحيوية علـى درجة الوسط المحيط..

2- الإقلال من كمية الأكسجين المذاب مما يؤدي إلى تغييرات جوهرية فـي البيئـة المائية..

3- تكاثر بعض الطحالب غير الصالحة كغذاء للكائنات المائية ممـا يعنـي تـشويه جمال هذه البيئة علاوة على انقاص الأكسجين بدرجة أعلى..

4- تنشيط التفاعلات الكيميائية للملوثات المعدنية وتحويلها إلى اكاسيد سامة للكائنات المائية..

ومع ذلك فهناك حلول عديدة اقترحها العلماء لمواجهة مشكلة التلوث الحراري للمياه، وإن كان لايزال الكثير منها تحت الدراسة، **ومنها مثلاً:**

- ✓ استغلال المياه الساخنة في بعض الأغراض التجارية؛ ويظل البحث عن الطرقة العملية لاستخدام ذلك قائماً، فدرجة سخونة الماء غير كافية لتدفئة المنازل على سبيل المثال، وحتى إذا كانت درجات دفء المياه كافية لتحسين انتاج بعض المحاصيل ستكون التكاليف باهظة إذا فكرنا بنقلها لتستخدم في الزراعة..
- ✓ استخدام الحرارة الضائعة في محطات تحلية المياه وذلك لمساعدة عمليات التبخير..
- ✓ تحسين أعمال الصرف بالحرارة الضائعة من محطات توليد الطاقة وربما تعطي زراعة البحر أفضل الآمال لتوفير منفذ للمياه الساخنة يساعد على نمو بعض الأسماك..
- ✓ بناء المفاعلات النووية على جزر اصطناعية تقام في المحيطات المختلفة فالمحيطات بما تحويه من كميات المياه لا تتأثر كثيراً بكميات الحرارة التي تنتجها المفاعلات النووية رغم ضياع جزء لا بأس به من الطاقة الكهربائية عند تحميلها خلال الأسلاك الموصلة..

الأخطار والكوارث الطبيعية:

تسبب الكوارث مثل؛ ثورة البراكين، الزلازل، الأعاصير وغيرها من الظواهر الطبيعية دماراً كبير للممتلكات والبشر، وفي حالة حدوث الظواهر الطبيعية في مناطق غير مأهولة بالسكان لا تُسمى كوارث طبيعية. وتختلف الكوارث حسب

نسبة السكان المحيطة بظاهرة طبيعية كامنة أو قابلة للانفجار، فكثير من المجتمعات تعيش بالقرب من براكين لها تاريخ مدمر كما حدث في بومبي وغيرها، وهذا يعود للطبيعة البشرية ومشاكل الفقر وغيرها، **ومنها:**

1- حدوث اضطرابات جوية أو عواصف تعقبها فترة هدوء..

2- سقوط أمطار غزيرة..

3- احمرار قرص الشمس..

4- سماع أصوات من داخل الأرض..

5- زيادة الأبخرة في الجو لدرجة كبيرة..

6- الشعور بدوار في الرأس..

البراكين:

البركان هو انفجارات تظهر على سطح الأرض نتيجة خروج المواد الباطنية اثر التحركات التي تعتري القشرة الأرضية ويخرج أو تنبعث منه المواد الصهيرية الحارة مع الأبخرة والغازات المصاحبة لها من داخل الكرة الأرضية، ويحدث ذلك خلال فوهات أو شقوق. وتتراكم المواد المنصهرة أو تنساب حسب نوعها لتكون أشكالاً أرضية مختلفة منها التلال المخروطية أو الجبال البركانية العالية. وتُعد إندونيسيا من الدول التي توجد بها أكثر البراكين عدد (نحو 180 بركاناً سنوياً).

الزلازل:

الزلزال هو ظاهرة طبيعية عبارة عن اهتزاز أرضي سريع ناتج عن حركات الألواح المكونة للقشرة الارضية وتكسر الصخور وإزاحتها بسبب تراكم اجهادات داخلية نتيجة لمؤثرات جيولوجية ينجم عنها تحرك الصفائح الأرضية. وقد ينشأ الزلزال كنتيجة لأنشطة البراكين أو نتيجة لوجود انزلاقات في طبقات الأرض. وتؤدي الزلازل إلى تشقق الأرض ونضوب الينابيع أو ظهور الينابيع الجديدة أو

حدوث أمواج عالية إذا ما حصلت تحت سطح البحر فضلاً عن آثارهـا التخريبيـة للمباني والمواصلات والمنشآت.

وتُقاس شدة الزلازل عادة بمقياسين مهمين؛ الأول هـو (**شـدة الزلـزال**)، وتُعرف شدة الزلزال بأنها مقياس وصفي لما يحدثه الزلزال من تأثير على الإنـسان وممتلكاته، ولما كان ذلك المقياس مقياساً وصفياً يختلف فيه إنسان عـن آخـر فـي وصف تأثير الزلزال طبقاً لاختلاف أنماط الحياة في بلدان العالم المختلفة، ولتـدخل العامل الإنساني فيه بالقصد أو المبالغة فقد ظهرت الصور العديـدة لهـذا المقيـاس وأهمها مقياس (**ميركالي المعدل**)، وهذا المقياس يشمل 12 درجة، فمثلاً.. الزلـزال ذو الشدة "12" فإنه مدمِّر لا يبقي ولا يذر، ويتسبَّب في اندلاع البـراكين، وخـروج الحمم الملتهبة من باطن الأرض، وتهتزّ له الأرض ككل وسط المجموعة الشمـسية. أما المقياس الثاني فهو مقياس (**قوة الزلزال**)، وقد وضعه العالم الألمـاني (**ريختـر Richter**) وعُرف باسمه، ويعتمد بشكل أساسي على كمية طاقة الإجهاد التي تتسبب في إحداث الزلزال، وهو مقياس علمي تحسب قيمته من الموجات الزلزاليـة التـي تسجلها محطات الزلازل المختلفة، وعلى ذلك فلا اختلاف يُذكر بـين قـوة زلـزال يحسب بواسطة مرصد (**حلوان**) بمصر أو مرصد (**أبسالا**) بالسويد.

وقد تساعد الزلازل على نمو النباتات حيث تساعد الزلازل في انفلاق بذور النباتات وسرعة نموها وازدياد خضرة المراعي، **ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية:**

1. كثرة تولد غاز ثاني أكسيد الكربون..
2. انتشار السوائل المعدنية في التربة..
3. ازدياد تولد الكهربية في التربة، وهذا ملاحظ بصفة خاصة في كاليفورنيا..

ولعل من أكثر الزلازل تدميرًا:

- ✓ زلزال لشبونة 1755 قتل فيه ما بين الـــ 60 إلى 100 ألف نسمة وكان من أشد الزلازل تدميرًا على مر التاريخ..
- ✓ زلزال سان فرانسيسكو 1906م قُتل فيه ما يُقارب ثلاثة آلاف شخص، وبلغت خسائره حوالي 400 مليون دولار وكان من أشــد الــزلازل التــي ضــربت كاليفورنيا..
- ✓ زلزال غوجرات غرب الهند 26 يناير 2001م..
- ✓ زلزال بم في إيران 2003م حيث قُتل حوالي 40 ألف شخص فيه..
- ✓ زلزال كشمير 2005م قُتل فيه حوالي 79 ألف شخص..
- ✓ زلزال هايتي2010م قُتل فيه حوالي 100 ألف شخص..

الانهيارات الجليدية:

الانهيار الجليدي عبارة عن تحرك مفاجيء لكمية من الجليد على جانب جبل، وتنجم عنه عدة كوارث، وقد يؤدي إلى هلاك الآلاف من الأشخاص.

الكوارث المائية:

1- السيول:

كارثة طبيعية تحدث نتيجة تراكم كميات كبيرة من الأمطار لفترة طويلة من الزمن في منطقة محددة، أو ذوبان سريع لكميات كبيرة من الثلــوج أو الأنهــار أو العواصف والأعاصير. ويوجد بعض الكوراث المائية التي تأتي على المدى البعيــد منها تآكل السواحل الذي يؤدي إلى غرق بعض المدن.

2- موجات تسونامي:

تسونامي هي موجة ضخمة محيطية تحتوي على سلسلة من الأمواج وقدراً

هائلاً من المياه تسببها الزلازل والبراكين وغيرها. وتنشأ الموجة المدية عندما يحدث انزلاق عمودي في قاع البحر من شأنه ضعضعة السطح الأفقي لقاع البحر فتنشأ على سطح البحر الموجة المدّية، وكأي موجه، تتجه الموجة المدية إلى الشواطيء وتعتمد على حجم الإنزلاق الأرضي في قاع البحر وكمية وحجم الموجة المدية ومقدار الخراب الذي تخلفه.

من أشهر موجات تسونامي ما نتج عن زلزال المحيط الهندي في 26 ديسمبر 2004م، حيث ضربت سواحل العديد من الدول منها أندونيسيا، سريلانكا، تايلاند، الهند، الصومال وغيرها حيث وصف هذا الزلزال بأنه أحد أسوأ الكوارث الطبيعية التي ضربت الأرض على الإطلاق وقُتل فيه ما يُقارب الـ 250 ألف إنسان.

الكوارث المناخية:

هناك عدد من الكوارث المناخية التي تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على البيئة البحرية، من أبرزها ما يلي: **الجفاف.. والأعاصير.. والعواصف الثلجية.. والزوابع.. والحرائق.. والإحتباس الحراري..**

وسوف نولي كل منها الإشارة دون الإطناب كي تتضح الصورة أكثر...

1- الجفاف:

الجفاف هو التغير الذي يحدث في طقس المنطقة من حيث استمرار حالة الطقس الجاف وعدم هطول الأمطار لمدة طويلة، وقد يؤدي إلى مجاعة وخاصة في البلاد التي تعتمد على الزراعة. ويُعتبر إحدى أخطر الكوارث على مستوى الكرة الأرضية ويسبب هذا ضرراً حقيقياً للناس.

2- الأعاصير:

هي عواصف هوائية دوارة حلزونية عنيفة، تنشأ عادة فوق البحار الاستوائية، ولذا تُعرف باسم الأعاصير الاستوائية أو المدارية أو الأعاصير الحلزونية لأن الهواء البارد (ذو الضغط المرتفع) يدور فيها حول مركز ساكن من الهواء الدافيء (ذو الضغط المنخفض)، ثم تندفع هذه العاصفة في اتجاه اليابسة فتفقد من سرعاتها بالاحتكاك مع سطح الأرض، ولكنها تظل تتحرك بسرعات قد تصل إلى أكثر من 300 كيلومترا في الساعة. ويصل قطر الدوامة الواحدة إلى 500 كيلومترا، وقد تستمر أياماً إلى أسبوعين متتاليين. ويصاحبها تكوّن كل من السحب الطباقية والركامية إلى ارتفاع 15 كيلو متراً ويتحرك الإعصار في خطوط مستقيمة أو منحنية فيسبب دماراً هائلاً على اليابسة بسبب سرعته الكبيرة الخاطفة، ومصاحبته بالأمطار الغزيرة والفيضانات والسيول، بالإضافة إلى ظاهرتي البرق والرعد، كما قد يتسبب الإعصار في ارتفاع أمواج البحار ويدمر القرى والمدن.

3- العواصف الثلجية:

العاصفة الثلجية تحدث عند تساقط الثلوج مع رياح بسرعة أعلى من 50 كيلومتراً للساعة مع حجب كامل للرؤية، وقد ينتج عنها خسائر بشرية ومادية معتبرة.

4- الزوابع:

الزوبعة منطقة ضغط جوي منخفض مع رياح حلزونية تدور عكس عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وباتجاه عقارب الساعة في النصف الجنوبي.

5- الحرائق:

يمكن وصف الحرائق بأنها من أخطر المشاكل التي تواجهها البيئة بلا منازع، ويكون السبب الرئيسى فيها هو المناخ الجاف، وقد تستمر هذه الحرائق

لأشهر وينجم عنها العديد من المخاطر وخاصة انبعاث غاز أول أكسيد الكربون السام. وهناك عاملان أساسيان في نشوب مثل هذه الحرائق عوامل طبيعية لادخل للإنسان فيها، وعوامل بشرية يكون الإنسان هو أساسها. ومن أشهر الأمثلة على العوامل البشرية تلك الحرائق التي نشبت في إندونيسيا في جزيرتي **(بورنيو)** و**(سوماطرة)** ما بين عامي 1997 – 1998م. وانبعث من هذه الحرائق غازات سامة غطت مساحة كبيرة من منطقة جنوب شرق آسيا مما نتج عنه ظهور مشاكل صحية وبيئية، وقد نشبت الحرائق في حوالي 808 موقعاً تم تحديدها بصور الأقمار الصناعية، وقدرت المساحة التي دمرتها الحرائق بحوالي 45.600 كم مربعاً. ويرجع السبب الأساسي وراء هذه الحرائق الى تحويل انتاج هذه الغابات من خلال إحلال زراعة النخيل لانتاج الزيوت. ناهيك عن الخسارة الفادحة للأخشاب والثروة النباتية والحيوانية والبشرية لأن الغازات السامة لهذه الحرائق تمتد إلى البلدان المجاورة ولا تقف عند حدود دولة بعينها.

من الأمثلة الأخرى لحرائق الغابات تلك الحرائق التي نشبت في البرازيل عام 1998م، والتي قضت على ما يفوق المليون هكتاراً من غابات السفانا. وقد عانت المكسيك – أيضاً – من الجفاف على مدار سبعين عاماً مما أدى إلى نشوب الحرائق فقضت على حوالي ثلاثة آلاف متراً مربعاً من الأرض، كما انتشر دخانها إلى جنوب الولايات المتحدة الأمريكية. ويمكننا وصف حرائق الغابات بأنها أعظم كارثة بيئية، وكارثة أجيال لا تستطيع اتخاذ أية إجراءات وقائية بعيداً عن السياسات والحكومات، ولكن عليها أن تدفع الثمن وتتحمل العواقب. ومن المؤسف أن لا توجد هيئة جادة ترغب في حماية مصالح هذه الأجيال المجهول مصيرها.

6- الاحتباس الحراري:

الاحتبـــاس الحـــراري (أو تـــأثير الـــصوبة الزجاجيـــة (بالإنجليزيـــة: **Greenhouse effect**) هي ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة في بيئة ما نتيجة تغيير في سيلان الطاقة الحرارية من البيئة وإليها. وعادةً ما يُطلق هذا الاسم على ظـــاهرة ارتفاع درجات حرارة الأرض عن معدلها الطبيعي. وقد ازداد المعدل العالمي لدرجة حرارة الهواء عند سطح الأرض بـــ 0.74 ± 0.18 من الدرجـــة المئويـــة خـــلال المائة عام المنتهية سنة 2005م. وحسب اللجنة الدولية لتغير المناخ (**IPCC**) فـــان "أغلب الزيادة الملحوظة في معدل درجة الحرارة العالميـــة منـــذ منتـــصف القـــرن العشرين تبدو بشكل كبير نتيجة لزيادة غازات الاحتباس الحراري(غازات الـــصوبة الزجاجية) التي تبعثها النشاطات التي يقوم بها البشر.

ويُعد الاشعاع الشمسي المصدر الرئيس للطاقة على سطح الأرض إذ ينطلق من الشمس باتجاه الارض فينفذ من خلال غازات الغلاف الجوي على شكل أشـــعة مرئية قصيرة الموجات وأشعة حرارية طويلة الموجات (تحت الحمـــراء) وبعـــض الأشعة فوق البنفسجية التي لا يمكن امتصاصها بواسطة الأوزون فيمـــتص ســـطح الارض الأشعة الواصلة إليه فيسخن عندها ويبث حرارته نحو الغلاف الجوي علـــى شكل أشعة حرارية طويلة الموجات (تحت الحمراء) فيمتصها هواء الغلاف الجـــوي القريب من سطح الارض فيحتبس الحرارة ولا يسمح لها بالنفاذ أو الافلات إلى أعلى ويعيد بثها نحو الأرض مما يؤدي إلى زيادة درجة حرارة سطح الأرض.

وقال الأمين العام للأمم المتحدة (**بان كي- مون**) إن خطر التغيرات المناخية على البشرية شبيه بخطر الحروب. وقال – أيضاً – إن تغير المناخ بـــات أمـــراً لا يمكن تجاهله وأن تدهور البيئة على الصعيد العالمي لم يجد من يوقفه كما أننا نستغل الموارد الطبيعية بشكل يخلف ضرراً كبيراً.. واستطرد قائلاً: "مع تغير المناخ يتوقع

تزايد معدل حدوث الأعاصير واشتداد قوتها.. إن ضعف مسألة الحد من الكوارث في قائمة أولويات الأمم المتحدة منذ كارثة تسونامي عام 2004م في المحيط الهندي التي أودت بحياة أكثر من 200 ألف شخص وكان من الممكن إنقاذ معظم هؤلاء لو توفرت أجهزة الإنذار المبكر".

وفي ظل تفاقم الكوارث الطبيعية مثل الزلازل وارتفاع درجات حرارة كوكب الأرض مما يهدد بتغيير معالم العالم قال وكيل الأمين العام للأمم المتحدة للشؤون الإنسانية **(يان إيغلاند)**:

- ✓ خلال الثلاثين عاماً الماضية كان تأثير الكوارث الطبيعية على البشر خمسة أضعاف تأثيرها قبل جيل بأكمله والأوضاع تزداد سوءاً فالمناخ يتغير مما يهدد بوجود ظواهر جوية متطرفة؛ ففي عام 2006م وحده عانى 117 مليون شخص من نحو 300 كارثة طبيعية بما في ذلك الجفاف الشديد في الصين وإفريقيا والفيضانات الكاسحة في آسيا وبعض مناطق إفريقيا ما أدى إلى خسائر بنحو 15 مليار دولار..
- ✓ لا توجد دول محصنة من الكوارث الطبيعية ولذلك يجب اتخاذ تدابير وقائية من الآن للحد من هذه الكوارث والتقليل من آثارها..
- ✓ ضرورة بناء مباني تكون مقاومة للمخاطر المذكورة – ومقاومة أيضًا للزلازل – حيث أن عام 2005م دمر زلزال باكستان عدداً كبيراً من المدارس، مما أودى بحياة نحو 17 ألف طفل..
- ✓ توعية الرأي العام حول كيفية التعامل مع الكوارث الطبيعية ومن ضمنها عمليات الإجلاء من المناطق المهددة..
- ✓ يوجد العديد من العوامل التي تؤدي إلى الاحتباس الحراري، منها؛ النفايات النووية والتلوث الهوائي وكوارث الاحتباس الحراري كثيرة منها ارتفاع درجة

الحرارة باستمرار كل عام مما يؤدي إلى ذوبان القطب الجنوبي، مما يؤدي إلـــى ارتفاع منسوب الماء وينتج عنه تآكل العديد من السواحل وغـــرق العديـــد مـــن المدن..

الضوضاء:

برغم أن الله جل في علاه قد حبا الحيوانات البحرية بخاصية عجيبة، ألا وهي؛ استخدام الأمواج الصوتية في التواصل مع بعضها البعض، وفي البحث عن المواد الغذائية، وفي تحديد أماكن الحيوانات المفترسة لتفاديها.. إلا أن تداخل الأصوات الأخرى الصادرة عن السفن والغواصات، وأجهزة السونار المختلفة مع أصواتها الخاصة يتسبب في عدد من الآثار السلبية لها لاسيما للأسماك والثدييات البحرية؛ تمتد من اضطرابات خفيفة وحادة، وحتى الموت.

فمثلاً؛ لاحظ العلماء تزايد أعداد الحيتان الجانحة للشواطيء بشكل مثير في مناطق التدريب العسكري المستخدمة لأجهزة السونار المصدرة للموجات الصوتية في المناورات العسكرية، مما يجعلها – أي الحيتان – كالعمياء.

على الجانب الآخر، يتسبب الضجيج بمستوياته العليا إلى هجرة الدلافين والحيتان من مواطنها الطبيعية إلى أخرى أكثر سكينة، بل إنه عند مستويات عالية من الضجيج قد تُصاب هذه الحيونات بالصمم، ومن ثم تفقد قدرتها على الصيد والتواصل فيما بينها!!

وهناك إحصائية حول أهم حوادث نفوق الثدييات البحرية بسبب الضوضاء مثل نفوق 20 حوتاً في عام 1989م، وإثنان في عام 1991م، و18 في عام 2002م، وأربع في عام 2004م بجزر الكناري؛ وأعداد من الدلافين في عام 2003م ببحيرة واشنطن، و600 أخرى في عام 2006م بدولة زنجبار.

خلاصة:

الكوارث التي نعيشها اليوم سببها الإفساد البيئي الذي حذرنا منه القرآن الكريم قبل قرون طويلة.. ولقد عقد علماء البيئة اجتماعاً في فرنسا (مؤتمر باريس 2 فبراير 2007م)، وخرجوا بثلاث نتائج اتفق عليها أكثر من 500 عالماً من مختلف دول العالم، **كانت كالتالي:**

1- لقد بدأت نسب التلوث تتجاوز حدوداً لم يسبق لها مثيل من قبل في تاريخ البشرية، وهذا يؤدي إلى إفساد البيئة في البر والبحر. ففي البر هنالك فساد في التربة، وفساد في المياه الجوفية وتلوثها، وفساد في النباتات، حيث اختل التوازن النباتي على اليابسة. وفي البحر بدأت الكتل الجليدية بالذوبان بسبب ارتفاع حرارة الجوّ، وبدأت الكائنات البحرية بالتضرر نتيجة ذلك. إذن هنالك فساد في البيئة، وهذا ما عبَّر عنه الدكتور **(جفري شانتون)** أحد علماء البيئة في جامعة فلوريدا بقوله: إن غاز الكربون ازداد في الغلاف الجوي بشكل أصبح ينذر بفساد أرضنا.

2- **إن الناس بسبب إفراطهم وعدم مراعاتهم للتوازن البيئي الطبيعي (الحروب والتلوث والإفراط في استخدام التكنولوجيا، دون مراعاة البيئة وقوانينها) تسببوا في تسارع زيادة نسبة الكربون في الجوّ حيث تضاعفت نسبته أكثر من عشرة أضعاف منذ بداية الثورة الصناعية (أي منذ 300 سنة). وهنالك ظاهرة** الاحتباس الحراري، فالغازات الناتجة عن المصانع والسيارات تُحبس داخل الغلاف الجوي وترفع درجة حرارته وتلوث الجوّ والبر والبحر، وتؤدي إلى ازدياد نسبة الكربون، وقد أكد العلماء إن الناس هم الذين سببوا هذا الإفساد في البيئة وأخلّوا بالتوازن الطبيعي لها.

3- وجّه العلماء في نهاية اجتماعهم نداءً وإنذاراً لجميع دول العالم أن يتخذوا الإجراءات السريعة والمناسبة للحدّ من التلوث لتلافي الأخطار القادمة الناتجة عن التلوث الكبير في الجو والبحر واليابسة. القرآن هو كتاب المعجزات، ففيه معجزات إلهية لا تُحصى، فتلك الآية في قوله تعالى: (ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ) [الروم: 41] تتضمن إشارة إلى النتائج الثلاثة التي اتفق عليها العلماء اليوم من أن التلوث والفساد البيئي في البر والبحر إنما نتج عن الإنسان، فالإنسان هو المسؤول عن هذا التغير البيئي الخطير، تماماً كما حدثنا القرآن قبل 14 قرناً؛ وعليه أن يرجع حتي يصلح من هذا الفساد.

المصادر

1. علي الشلش – (2000م) – الجغرافيا الحياتية، دار الفكر، عمان، الأردن.
2. المرسي، علي / الشاذلي، محمد (1420هـ). علم البيئة العام والتنوع البيولوجي، دار الفكر العربي، القاهرة، جمهورية مصر العربية.
3. الأرصاد الجوية – د. محمد سعيد – الهيئة العامة لقصور الثقافة – مصر – 2013م.
4. ويكيبيديا، الموسوعة الحرة – صفحة الزلازل.
5. ويكيبيديا، الموسوعة الحرة – صفحة الاحتباس الحراري.
6. "Japan initiates emergency protocol after earthquake" ،Nuclear Engineering International ،2011.
7. Japan Earthquake Update (2030 CET). IAEA Alert Log. International Atomic Energy Agency.
8. Massive earthquake hits Japan World Nuclear News, 2011.
9. Tsuyoshi Inajima and Yuji Okada. "Japan Orders Evacuation From Near Nuclear Plant After Quake" ،Bloomberg.
10. Bloomberg. Tsuyoshi Inajima and Yuji Okada. Japan Orders Evacuation From Near Nuclear Plant After Quake.
11. Introduction to Physical Oceanography, George L. Mellor 0American Inst. of Physics, Oct 7, 1996 – Science – 284 pages.

معجم المصطلحات الواردة بالفصل

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانجليزية
أمواج الرياح	Ripples, wind waves and swell
أمواج موقوفة	Seiches
أمواج داخلية	Internal waves
أمواج زلازل	Seismic waves or Tsunamis
أمواج جانبية	Gyroscopic gravity waves
أمواج المد والجزر	Tidal waves
أمواج شعرية	Capillary waves
مد وجزر	Tide
تيار المد والجزر	Tidal current
خاصية الحفاظية	Conservative
درجة الملوحة	Salinity
تلوث حراري	Thermal pollution
صدمة حرارية	Thermal shock
مياه دافئة	Warm water
مياه باردة	Cold water
أخطار وكوارث طبيعية	Natural hazards and disasters
براكين	Volcanoes
زلازل	Earthquakes
انهيارات جليدية	Avalanches
كوارث مائية	Water disasters
سيول	Floods
موجات تسونامي	Tsunamis
كوارث مناخية	Weather disasters

Drought	جفاف
Hurricanes	أعاصير
Snowstorms	عواصف ثلجية
Cyclones	زوابع
Fires	حرائق
Globel worming	احتباس حراري

(4)

المخاطر الجيولوجية الساحلية

مدخل:

تتميز المناطق الساحلية عادةً بجمال فطري آخاذ وطبيعة ساحرة لا تُقاوم ومقومات وثروات عديدة تضفي عليها أهمية خاصة، وتعد من عناصر الجذب الرئيسية التي تفسر انتشار أكثر من نصف سكان كوكب الأرض بالقرب من الشواطيء وبقية الأجزاء الساحلية. وعلى الرغم من المميزات الكثيرة التي يحظى بها سكان هذه المناطق والمجتمعات الساحلية عموماً، بسبب قربها من السواحل والمناطق البحرية بما فيها من منافع اقتصادية وترويحية عديدة، إلا أن نفس هذا العامل قد يتسبب في تهديد حياة هؤلاء السكان، وهذا من واقع إمكانية تعرضهم لعدد من المخاطر الساحلية التي قد تتسبب فيها قوى الطبيعة المختلفة، سواء كانت أعاصير وعواصف بحرية أو تسونامي أو نحر مزمن للشواطيء أو غير ذلك من المخاطر الطبيعية المفاجئة والمزمنة التي تهدد الأرواح والممتلكات.

وبصفة عامة لا يوجد جزء ساحلي أو قطاع مطل على البحر بعيد أو بمنأى عن المخاطر الطبيعية الساحلية، وإن إختلف مقدار الخطر الواقع والآثار البيئية والخسائر الاقتصادية الناتجة من موقع ساحلي إلى آخر، اعتمادا على شدة الخطر الواقع، وطبيعة هذا الساحل ومناسيب الأعماق المتاحة في المنطقة الشاطئية والأجزاء التالية لها، وطبيعة الرسوبيات المكونة للشاطيء، وما إذا كانت هناك تراكيب أو تكوينات أرضية، خلف الشاطيء، ونسبة الكثافة السكانية الموجودة به، وغير ذلك من العناصر والعوامل المحددة.

ومن بين كل أنواع المخاطر الطبيعية التي تهدد المناطق الساحلية والمجتمعات القاطنة بها، تُعتبر المخاطر الجيولوجية الساحلية، من أكثر المخاطر جسامة وتهديداً للمجتمعات الساحلية والمنشآت وبقية الممتلكات الواقعة بها، وهذا

نظراً لآثارها المدمرة الشديدة ومعدل تكرارها المرتفع، وإمكانية تأثيرها في قطاعات كبيرة ومترامية من سواحل البحار والمحيطات والمناطق القريبة منها.

من هنا فقد ارتأينا التوقف عند هذا النوع من المخاطر، وتسليط الضوء عليه وعلى كل العوامل والآثار المرتبطة به قدر الإمكان، آملين أن يسهم هذا وبأي شكل من الأشكال في توعية القراء، بخاصة ممن يقطن المناطق الساحلية أو قريبًا منها، بهذه النوعية من المخاطر وبسبل تحييدها وتقليل الخسائر الناتجة عنها، وآملين – أيضاً – أن يُضاف هذا الجهد إلى الجهود المبذولة في أجزاء الكتاب، والتي يتناول بعضها الأنواع الأخرى من المخاطر الساحلية، سواء كانت مرتبطة بحوادث التلوث البحري أو حدوث موجات ازدهار طحلبي ضار، أو غير ذلك مما ذكر سابقاً أو حتى مما سيُذكر لاحقاً.

ما المخاطر الجيولوجية الساحلية؟

تُعرف المخاطر الساحلية عمومًا على أنها، تلك المخاطر التي تحدث بالقرب من الساحل وهذا إما بسبب هبات قوى الطبيعة أو بسبب نتيجة ممارسات وأنشطة بشرية غير صحية أو مناسبة. ويدخل ضمن هذا النطاق، المخاطر الناتجة عن تغير العوامل الفيزيائية في البحار والمحيطات وبخاصة الرياح والأمواج والضغط الجوي بشكل فجائي وسريع، وهو ما يحدث أثناء العواصف والأعاصير البحرية، أو المخاطر الناتجة عن تغير مستوى سطح البحر بما قد يؤدي إلى غمر وغرق مناطق ساحلية شاسعة وممتدة، أو انكشاف أجزاء عريضة منها.

كما يدخل ضمن هذا النطاق – أيضاً – المخاطر الناتجة عن تغير الخواص الكيميائية والبيولوجية للمياه البحرية، كما في حالة حوادث التسرب النفطي أو الكيميائي، حيث تتغير الخواص الكيميائية للمياه بشكل لافت وضار بالبيئة البحرية

وكل ما ينتفع منها، أو أثناء موجات الازدهار الطحلبي سواء كان ضاراً أو غير ضار، حيث تتغير الخواص البيولوجية للمياه البحرية بشكل لافت، إلى درجة تغير لون المياه السطحية وتحولها عن لونها المعهود والمعتاد وهو الأزرق الصافي أو الأخضر الشفاف.

أما فيما يخص المخاطر الجيولوجية الساحلية، فهي تتضمن تلك المخاطر التي تحدث بالقرب من الساحل بسبب التغير في الطبيعة الجيولوجية أو الجيومورفولوجية للمناطق الشاطئية أو قيعان البحر، أو حتى الممارسات والأنشطة البشرية الغير سليمة بيئيا، مثل حفر وإزالة الشعاب المرجانية أو غابات المانجروف (نبات الشورى)، وغير ذلك مما يمكن أن ينتج عنه خسائر مباشرة أو غير مباشرة في الأرواح أو الممتلكات.. **بناء على ذلك، فإنه يمكن إدراج المخاطر الطبيعية التالية تحت تصنيف المخاطر الجيولوجية الساحلية:**

- تحرك الألواح القارية واصطدامها ببعض أو انزلاق واحدة تحت الأخرى، مما قد يتسبب في حدوث براكين أو زلازل بحرية أو تسونامي قرب المناطق الساحلية..
- تغير التضاريس الجيومورفولوجية الساحلية سواء كان هذا بالهبوط الفجائي للصخور أو حدوث الانزلاقات الأرضية، أو كان بسبب تراكم الإرسابات القارية أثناء هطول الأمطار والفيضانات..
- تدفق كميات كبيرة من الرسوبيات القارية أثناء هطول الأمطار نحو الشواطيء والمياه الساحلية مسببة سيولاً وفيضانات أو عكارات وتغير خواص المياه الضوئية، ومن ثم تضرر المنشآت والموائل القاعية الطبيعية بخاصة الشعاب المرجانية وأشجار المانجروف وحشائش البحر من جراء هذا..

- تغير نمط توزيع الرسوبيات البحرية سواء كانت موجودة على الشاطيء أو المنطقة الشاطئية القريبة، بما يؤدي إلى حدوث ظاهرة نحر وتآكل الشواطيء أو تحرك الكثبان الرملية، أو إطماء وإرساب بحري بمداخل البواغيز وبقية الممرات الملاحية، مما يتسبب في إعاقة الملاحة وحوادث غرق السفن..
- ارتفاع مستوى البحر وذوبان الكتل الجليدية على ما يمكن أن يؤدي إليه ذلك من غرق وطمر للمناطق الساحلية أو زيادة مساحة المناطق الرطبة، وبالتالي هجرة السكان وكل أنماط الأنشطة البشرية لهذه المناطق..

على الرغم من وجود معظم هذه المخاطر وتكرار حدوثها منذ نشأة الأرض وظهور الإنسان على سطحها، إلا أن معدل تكراريتها وتأثيراتها الضارة والسلبية قد أخذت في التزايد خلال الآونة الأخيرة وهذا نظراً لتزايد تمركز نسبة كبيرة من السكان والمجتمعات البشرية الحديثة تصل إلى 50% من مجمل سكان الأرض، بالقرب من الشواطيء والمناطق الساحلية، ومن ثم تعرض نسبة كبيرة من هذه المجتمعات لمضار وسلبيات هذه المخاطر.

هذا ويمكن تقسيم المخاطر الجيولوجية الساحلية إلى مخاطر طبيعية، لا دخل للإنسان بها، وعادة ما تتسبب فيها أحوال الطقس السيئة وهبات قوى الطبيعة، أو إلى أخطار بشرية، تنتج بشكل أساسي بسبب الاستخدام الخاطيء أو الممارسات الغير سليمة من قبل الإنسان. وتنقسم المخاطر الطبيعية بدورها إلى مخاطر مزمنة ومخاطر مفاجئة، **على النحو التالي:**

المخاطر الساحلية الطبيعية المزمنة:

هي تلك المخاطر التي تظل تؤثر سلباً على الشواطيء أو المناطق الساحلية

مسببة فيها خسائر بشكل مزمن وتدريجي، وأبرزها تآكل الشواطيء أو الإنزلاقات الأرضية أو هبوط أو تهدم التربة الساحلية، أو تراكم الارسابات الرملية بمداخل البواغيز والممرات الملاحية أو طمر وغرق المناطق الساحلية، سواء كان هذا بسبب هجمات الأمواج البحرية أو هطول أمطار فيضية بكميات كبيرة. وهذه المخاطر تنتج عادة من فعل العواصف الشتوية والأمواج العاتية المصاحبة لها، أو التيارات البحرية القوية أو الأمطار الفيضية أو الظواهر البحرية الموسمية مثل ظاهرة (النينو). كما يدخل ضمن هذه النوعية من المخاطر، تحركات الكثبان الرملية بما تسببه من تدمير للحرث والزرع، وطمس للطرق والمباني وغير ذلك من الأضرار المباشرة.

وهذه النوعية من المخاطر تعمل على تغيير معالم خط الشاطيء والمناطق الساحلية بشكل مزمن وتدريجي، لذا فإنه يمكن مجابهتها - مبدئياً - أو التقليل من حدة التغيرات الناتجة عنها، من خلال إقامة وإنشاء الحواجز أو المصدات البحرية أو غير ذلك مما يعمل على تقليل الأثر الهدمي للأمواج والتيارات الساحلية.

المخاطر الساحلية الطبيعية المفاجئة:

هي تلك التي تحدث بشكل مباغت وفجائي، وعلى نطاق واسع مسببة كوارث وخسائر طبيعية وبشرية ضخمة، ومن أمثلتها بطبيعة الحال؛ الزلازل والتسونامي. وتنتج الزلازل من انزلاق كتلتين أرضيتين على مستوى فالق تحت أرضي، بما ينتج عنه انطلاق طاقة هائلة وموجات زلازلية هائلة القوة مسببةً دماراً ساحقا لكل ما يقع في نطاق تأثيرها. في حين ينتج تسونامي من تصادم صفحيتين قاريتين تحت البحر، بما ينتج عنه حدوث زلزال بحري شديد القوة، وتكون أمواج عاتية وشديدة التدمير لكل ما هو كائن بالشواطيء التي تقع تحت تأثيرها.

تعريفات أساسية:

لعله من المفيد قبل الإسهاب في الحديث عن هذه المخاطر أو التطرق لتفصيلاتها، أن نحدد بعض المفاهيم المتعلقة بمفهوم البيئة الساحلية، والتي أجاد في تعريفها الدكتور جودة حسنين جودة في كتابه الجامعي "الجيمورفولوجيا"، الصادر عام 1988م. فبحسب ما ورد في هذا الكتاب، فكلمة ساحل (**Coast**) تشير إلى نطاق اتصال اليابس بالبحر، في حين تشير كلمة الشاطيء (**Shore**) إلى المساحة الواقعة بين حضيض الجروف البحرية وأدنى مستوى تصله مياه الجزر. وإذا حدث وكان الساحل سهلياً يخلو من الجروف، فإن تعبير الشاطيء يُطلق حينئذ على المساحة المحصورة بين أعلى حد تصله أمواج العواصف وبين أدنى منسوب تصله مياه الجزر. أما الشاطيء (**Beach**) فيتألف من رواسب الرمال والحصى فوق الشاطيء. هذا ويمكن تعيين خط الساحل (**Coastline**) أما بخط الجرف البحري أو الخط الذي تصل إليه أعلى أمواج العواصف، وينقسم الشاطيء إلى نطاقين، الشاطيء الأمامي (**Foreshore**) ويمتد من أدنى منسوب لمياه الجزر إلى أعلى منسوب تصله موجة المد، والشاطيء الخلفي (**Backshore**) ويمتد من أعلى منسوب تصله موجة المد إلى خط الساحل.. **وبصفة عامة يتوقف شكل الساحل على تفاعل عدد من العوامل، يمكن حصرها فيما يلي:**

أ- فعل الأمواج وحركة المد والجزر والتيارات البحرية، وهي تقوم جميعا بوظائف النحت والنقل والإرساب في المناطق الساحلية..

ب- طبيعة الساحل أو هامش اليابس الذي يتعرض لفعل تلك العمليات البحرية، وما إذا كان مرتفعاً شديد الانحدار، أو منخفضاً هين الانحدار، وما إذا كان مستقيماً أو متعرجاً، يُضاف إلى ذلك، خصائص تكوينه الصخري، ودرجة

مقاومة صخوره للتعرية، ومدى التجانس أو التفاوت في تركيبها..

ت-التغيرات التي انتابت وتنتاب المستوى النسبي لليابس والماء، والتي تُعرف أحياناً بالتغيرات الموجبة والسالبة بحسب نتائجها في رفع وخفض مستوى البحر بالنسبة للساحل..

بعد هذا التقديم، يهمنا أن نعرض لكل واحدة من المخاطر الساحلية السابق ذكرها بشيىء من التفصيل، ولآثارها السلبية وأنماط الأضرار التي يمكن أن تتسبب فيها، وللآليات والسبل التي يمكن بها تحييد هذه المخاطر أو على الأقل التقليل من الخسائر المترتبة عليها.

1- التسونامي وموجات المد العاتية:

تُعد التسونامي أو موجات المد العاتية الناتجة عن الزلازل والبراكين البحرية، رغم ندرة حدوثها، من أكثر أنواع المخاطر الجيولوجية الساحلية تدميراً للبيئة والمجتمعات الساحلية، وهذا يعود في المقام الأول إلى فجائيتها وشدة أمواج المد المتخلفة عنها، وقوتها التدميرية الكبيرة، التي لا يمكن أن تحد منها أي قوة. وقد رأينا كيف كان تسونامي سومطرة الحادث في أواخر العام 2004 م، والذي نتج عن زلزال بحري ضخم، كان مدمرا ومهلكا للحرث والنسل، ليس فقط في بؤرة الكارثة وموضعها بجزيرة سومطرة بأندونيسيا، بل على بعد آلاف الكيلومترات منها، في الساحل الشرقي لشبه القارة الهندية وجزر المالديف والشواطيء الشرقية لقارة أفريقيا.

و**(تسونامي)** كلمة يابانية تتكون من مقطعين **(Tsu)** و**(Nami)** وتعني **(موجة الميناء)**، وإن كان يقصد بها ضمناً "موجات البحر الزلزالية"، وهذا على الرغم من أنها قد تنتج من عوامل أخرى غير الزلازل، مثل ثورات البراكين

والانهيارات الصخرية وتساقط المذنبات والأجسام الكونية الضخمة في البحار أو المحيطات. والفرق بين أمواج البحر العاتية العادية وأمواج التسونامي هو أن الأولى تُستمد من تأثير حركة الرياح، في حين تُستمد الثانية من طاقة النبضات السيزمية المنطلقة عن الزلزال، وبينما لا يتجاوز ارتفاع الأمواج التقليدية أمتاراً معدودة، قد يصل ارتفاع موجة التسونامي إلى أكثر من ثلاثين متراً. والأمر كذلك من حيث الفرق في السرعة وطول الموجة، حيث يمكن أن تصل مثلاً سرعة أمواج تسونامي إلى 800 كيلومتراً في الساعة. وعلى هذا فهي من القوة بحيث تستطيع إحداث دمار شامل فى أعتى وأقوى المنشآت الساحلية. والعجيب أن أمواج التسونامي يصعب ملاحظتها في الأجزاء العميقة من البحر، في حين تبدأ قوتها وآثارها التدميرية في الظهور والازدياد بالاقتراب تدريجياً من الشاطيء والأعماق الضحلة. وهذا هو مكمن الخطر الأساسي، إذ بوصولها إلى الشاطيء تطغى أمواج تسونامي بطاقاتها الكبيرة وقوتها التدميرية الهائلة على كل ما هو موجود بالمنطقة الشاطئية محيلة إياها في لحظات إلي مجرد ركام وأطلال. ومما يزيد من خطورة هذه الأمواج هو قدرتها على إحداث الضرر حتى على بعد آلاف الأميال من مركز انطلاقها، وهو ما شهدناه بالفعل في حالة زلزال سومطرة، حيث تأثرت سواحل جزر المالديف وبنجلاديش والصومال فعلاً بالأثر الهدمي لهذه الأمواج.

والواقع أن حدوث زلزال أو كسر في القشرة الأرضية في قاع المحيط يؤدي إلى تراجع الماء عن المستوى المألوف على الشواطيء بشكل سريع (أي عملية جزر مفاجئة)، يتبعه اندفاع الأمواج وتدفق الماء على شكل مد عارم ينطلق من بؤرة الزلزال أو الكسر في كل الاتجاهات، نحو الشواطئ المقابلة وبمعدل موجة كل 5 إلى 10 دقائق. وعندما تقترب الأمواج الزلزالية المائية من الشاطئ تتناقص سرعتها نتيجة الارتطام بأرضية الشاطئ محدثة رد فعل يؤدي الى تضخيم الموجة فجأة

ويزداد ارتفاعها أضعافا عديدة قد تصل الى 30 م وأكثر، مدمرة كل شيىء يقع في طريقها، وقد يمتد هذا الحال الى ساعة أو أكثر وقد يمتد الى عدة أيام بسبب الزلازل الارتدادية التي قد تحدث. وبصفة عامة يصل معدل حدوث التسونامي على مستوى العالم إلى تسونامي واحد في السنة، لكن معدل حدوث أمواج التسونامي الضخمة ذات القوة التدميرية الهائلة، يقل بالطبع عن ذلك كثيرًا، حيث لا تزيد عن 5 تسونامي في كل 100 عام.

وتتركز معظم الزلازل والبراكين بصفة عامة في أحزمة ضيقة تمتد عادة على طول السواحل القارية، بخاصة السواحل الشرقية والغربية للمحيط الهاديء، والذي يُعرف – أيضاً – باسم (**حزام النار**)، نظرا لكثرة الزلازل الحادثة على حوافه، وإطلاقه لأكثر من 70% من الطاقة الزلزالية الصادرة على مستوى العالم. ومن هذه الأحزمة أيضاً، حزام البحر المتوسط وإندونيسيا. ويبدأ من جزر الأزور في المحيط الأطلنطي ويعبر البحر المتوسط ماراً بتركيا وإيران وجبال الهيميلايا وبورما وإندونيسيا وغينيا الجديدة حيث يلتقي مع حزام المحيط الهاديء ويحدث فيه 15% من الهزات. ومنها أيضاً حزام البحر الأحمر والأخدود الأفريقي العربي الذي يمتد من شرق إفريقيا ويتجه نحو الشمال باتجاه الجزيرة العربية والأردن وسورية حتى تركيا وما وراء ذلك. وهذا فضلاً عن أحزمة أخرى ثانوية مثل حزام الأطلنطي والجزء الغربي من المحيط الهندي والتي يحدث فيها حوالي 5% من الزلازل.

ويعود تركيز الزلازل وثورات البراكين في هذه الأحزمة الضيقة إلى أنها تقع عند نقاط التقاء أو تباعد ما يُعرف باسم (**الصفائح التكتونية**) (ألواح صخرية قارية عائمة) التي تكون قشرة الأرض الخارجية والتي لا يتعدى سمكها 80 كم، وهو سمك صغير إذا ما قورن بنصف قطر الأرض البالغ 6260 كم. وهذه الصفائح تتكون من صخور ثقيلة لزجة وساخنة ما يساعد على انزلاق صفائح قشرة الأرض

فوقها والتي يمكن اعتبارها لذلك صفائح عائمة ومتحركة. وأهم هذه الصفائح أوراسيا وإفريقيا والهند واستراليا وصفائح المحيطات والقطبين الجنوبي والشمالي. وهذه الصفائح تتحرك ببطء في اتجاهات مختلفة بالنسبة لبعضها البعض، ما يعني إمكانية حدوث تصادم بين لوحين منها، لينتج بذلك زلازل أرضية أو بحرية تختلف في القوة بحسب شدة ونمط التصادم أو الانزلاق الحادث.

وتكثر الزلازل عند حدود هذه الصفائح التي تكون إما متقاربة وإما متباعدة وإما متحركة أفقياً فتغير مواقعها النسبية وتُسمى **(الحدود التحويلية)**، وفي الحدود المتباعدة والتي تكون في منتصف قاع المحيطات تتشكل قشرة جديدة للأرض. أما في حالة تصادم الصفائح المتقاربة، فتغوص صفيحة تحت أخرى ويزداد سمك هذه الصفائح في هذه المناطق وعند هذه الحدود يحدث ثلاثة أرباع الزلازل، والكثير من هذه الزلازل ذو بؤرة عميقة (30 – 300) كم وعندما تغوص الصفيحة في باطن الأرض ترتفع درجة حرارتها وتنصهر صخورها. عند ارتطام وغوص صفيحة قارية وصفيحة محيطية تتشكل أقواس الجزر والأخاديد البحرية والجبال البركانية العالية، أما إذا حدث الارتطام بين صفيحتين قاريتين فإن أحداهما تتراكب فوق الأخرى مما يؤدي إلى تكون الجبال الشاهقة. ومن أمثلة ذلك جبال الهيمالايا الشاهقة التي تكونت عند ارتطام صفيحتي قارتي أوراسيا والهند واستراليا.. ولا ينتج في العادة عن هذا الارتطام نشاط بركاني يُذكر كما أن بؤر الزلازل تكون ضحلة أو متوسطة العمق عند هذه الحدود.

غير أن الزلازل البحرية يمكن أن تحدث – أيضاً – نتيجة حدوث صدع أو شرخ فجائي في مكان ما بقشرة الأرض، الأمر الذي ينتج عنه انزلاق وسقوط كتلة صخرية تحت الأخرى محررة بذلك طاقة كامنة تسبب ارتجاجاً زلزالياً، عادة ما تتبعها حركات ارتدادية أخرى أقل شدة حتى يتم استقرار الكتلتين المنزلقتين. وفي

حالة زلزال سومطرة، فإنه تم تسجيل أكثر من 30 هزة ارتدادية، ولعل هذا هو ما أثار مخاوف متزايدة آنذاك من حدوث هزة قوية جديدة في المنطقة تقود إلى تسونامي ثانية مدمرة.

ومن حيث الموقع أو المكان يمكن تقسيم المناطق المتضررة من حدوث تسونامي، إلى ثلاثة مناطق رئيسية تتفاوت فيما بينها في شدة وحجم الدمار الناتج، كالتالي:

1- منطقة المياه العميقة داخل المحيط حيثما تبدأ هذه الموجات رحلتها الطويلة باتجاه الشواطيء. وبصفة عامة تُعد هذه المنطقة أقل المناطق تضرراً نظراً لضعف تأثير موجات تسونامي على الأعماق السحيقة الغالبة على هذا الجزء، وعدم وجود أي أثر هدمي لها..

2- المنطقة الضحلة القريبة من الشاطيء والتي تتميز عادة بثراء وتنوع أحيائي كبير جداً. وهذه المنطقة تتعرض بكل ما عليها من كائنات بحرية وموائل بيولوجية ومرافيء لدمار شامل، كما تمتد الأضرار فيها إلى بعض الأنشطة والمقومات البشرية التي قد تتواجد في هذه المنطقة من صيادين ومصيفين وغيرهم من مرتادي الشواطيء. ففي هذه المنطقة تبدأ موجات تسونامي بالاحتكاك بقوة بالقاع الضحل ما يؤدي إلى جرفه وإزالته بكل ما يوجد عليه من كائنات بحرية وموائل بيولوجية..

3- منطقة السهل الساحلي أو المنطقة التي تلي خط الشاطيء باتجاه اليابسة، وفيها تستمر موجات تسونامي في مواصلة رحلتها المدمرة لمسافة قد تمتد إلى كيلومترين أو أكثر داخل اليابسة اعتماداً على قوتها، لكن هذه المرة تكون محملة بصخور من قاع البحر وأجزاء من الشعاب المرجانية المنجرفة، إضافة إلى بقايا السفن والقوارب المحطمة. وبديهي أن معظم

الخسائر الحادثة في هذه المنطقة تنصب على العنصر البشري نظراً لاستيطان نسبة كبيرة من السكان هذا النطاق وتركز معظم الأنشطة البشرية به. كما تشمل الخسائر – أيضاً – أغلب أنواع الحياة الفطرية التي تستوطن أو التي قد تتواجد في مدى هجوم تلك الموجات..

ومن حيث طبيعة الضرر الحادث، يمكن أيضا تقسيم نوعية الأضرار الناتجة عن تسونامي والأمواج العاتية إلى نوعين أساسين، الأول ضرر مباشر نتيجة ما تحدثه الموجات من تدمير فوري وإزالة مباشرة للموائل الطبيعية والمجتمعات الإحيائية المتواجدة على قاع البحر أو على رمال الشاطيء. والثاني ضرر غير مباشر يظهر لاحقاً بسبب تأذي بعض الكائنات من فناء موئلها وبيئتها المعيشية، أو بسبب اختفاء كائن آخر كان يرتبط معها بعلاقة تكافلية ولا تستطيع بالتالي العيش بدونه، أو بسبب أيضاً تسرب بعض الملوثات والنفايات الخطرة للمياه الساحلية جراء تدمير بعض المنشآت الصناعية أو الخزانات أو أية حاويات مشابهة قد تتواجد في مهب الموجات الغازية.

وبصفة عامة يمكن القول بأن الموائل البيولوجية القاعية التي تعيش ثابتة على القاع مثل الشعاب المرجانية وحشائش البحر والطحالب البحرية ونباتات المانجروف هي أكثر أنواع الكائنات البحرية تضرراً من آثار تسونامي أو أمواج البحر العاتية، أيا كانت أسبابها. وفي المقابل فإن المخلوقات البحرية التي تستوطن المياه العميقة بخاصة الأنواع السريعة وكبيرة الحجم مثل الحيتان والدلافين، تُعتبر أقل الأنواع الأحيائية تضرراً من مخاطر وأثار تسونامي.

هذا عن الضرر المباشر، لكن الأمر قد يمتد إلى تداعيات وآثار أخرى غير مباشرة تتمثل في الكميات الهائلة من الرمال وفتات الصخور والعكارات التي تطمر مساحات إضافية من الموائل البيولوجية الساحلية مسببة إطماءً شاملاً لها وربما

فنائها بسبب اختناقها أو عدم قدرتها على القيام بالعمليات الحيوية اللازمة لبقائها على قيد الحياة. وتتمثل الأضرار غير المباشرة - أيضاً - في تسرب مخلفات الصرف الصحي والمواد البترولية والكيماوية أو أية ملوثات أخرى قد تكون وَجدت طريقها للمياه الساحلية أو البحيرات الداخلية متسربة من الخزانات والمرافق المتهدمة. وبالمثل فإن تغيير البنية الرسوبية وملامح القاع في المناطق الساحلية المضارة نتيجة ترسب كميات هائلة من الرسوبيات والرمال المنجرفة علي قاعها، يعني عدم قدرة الموائل القاعية التي كانت متواجدة بها على العودة لاستيطان نفس المكان، بل وربما عدم قدرة أي كائن على العيش فيها نتيجة الدمار الشامل الذي أصابها.

أما عن كيفية تجنب مخاطر التسونامي السابقة، فلا يوجد في الحقيقة ضمانة حقيقية أو سبيل لذلك، لأنه حتما ستكون هناك خسائر من وراء ذلك، لذا فإن كل ما يمكن عمله في هذا الإطار، هو محاولة التخفيف من الخسائر الحادثة، والتقليل من حجم الآثار السلبية الواقعة. ولعل أهم سبيل لذلك هو ووضع نظام إنذار مبكر، يمكن من خلاله رصد الزلازل البحرية والتنبيه باحتمال حدوث تسونامي. كما يمكن تحقيقه من خلال إنشاء مراكز للمراقبة ورصد الحركات المائية البحرية، وهذا على غرار المركز الذي أُنشئ بالقرب من هونولولو على المحيط الهاديء، وهو يهدف إلى تحذير سكان شواطيء المحيط المذكور من اقتراب الموجات المائية الضخمة.

كما يمكن التخفيف من تلك الآثار عن طريق الحفاظ على الموائل الساحلية الطبيعية بخاصة حيود الشعاب المرجانية وغابات المانجروف؛ والتي تشكل أول حائط صد ودفاع ضد موجات البحر العاتية، وهو ما لوحظ فعلا أثناء تسونامي سومطرة في عام 2004م، حيث لوحظ أنخفاض حجم الخسائر والوفيات في المناطق الساحلية ذات الكثافة العالية في أشجار المانجروف والشعاب المرجانية.

وفي كل الأحوال فإنه يجب وضع خطط محكمة للإجلاء العاجل وتوعية سكان المناطق الساحلية بها وبالأجراءات الواجب إتباعها عند حدوث تسونامي، وهذا مثلما يحدث في بعض الدول بالنسبة لمخاطر الزلازل والهزات الأرضية الشديدة.

2- البراكين الساحلية:

بحسب موسوعة ويكيبيديا الحرة، تُعرف البراكين على "أنها تضاريس برية أو بحرية تخرج أو تنبعث منها مواد مصهورة حارة مع أبخرة والغازات مصاحبة لها على عمق من القشرة الأرضية ويحدث ذلك من خلال فوهات أو شقوق". وعادة ما تندفع هذه المخرجات سواء كانت حجارة أو أبخرة أو صخور مصهورة **(لافا)** بسرعة كبيرة جداً، من خارج فوهة البركان إلى المناطق المحيطة، مسببةً دماراً محيقاً بجميع المرافئ والمنشآت والموائل التي قد تتواجد في طريقها. لذا فإن تواجد البراكين بالقرب من المناطق الساحلية، يهدد الموائل الطبيعية والمنشآت والمجتمعات البشرية وغير البشرية المتواجدة بهذه المنطقة بشكل داهم، خصوصاً في حالة ثوران البركان بشكل مفاجيء.

وتمثل البراكين أحد النواتج المباشرة للنشاطات النارية والتفاعلات المكبوتة التي عادة ما تحدث في باطن الأرض دون أن ندري أو نشعر بها، إلا حينما تزيد حمية هذه التفاعلات وتخرج على السطح في هيئة حمم بركانية وغازات ومقذوفات صخرية. لذا فإن هناك أكثر من مصدر للخطر عادة ما يصاحب ثورات البراكين، وهذه المخاطر لا تتوقف عند مجرد آثار انفجار البركان وخروج الحمم وتدفقات الصخور المنصهرة منه، بل تمتد لما هو أبعد وربما أقسى من ذلك. فعادة ما يصاحب الثورات البركانية حدوث بعض الهزات الأرضية، لاسيما في محيط المنطقة

الواقع بها البركان، وهذا بسبب شدة الانفجارات الحادثة. وعادةً ما يصاحب ذلك – أيضاً – خروج كميات هائلة من والرماد البركاني والغازات الكربونية والكبريتية، والتي يمكن بدورها أن تتسبب في وجود تداعيات وآثار سلبية أخرى عديدة، ليس فقط على المظاهر الجيومورفولوجية السطحية، بل على مناحي أخرى كثيرة، تتعلق أحيانا بأحوال الطقس والمناخ والصحة العامة وشئون البيئة المحيطة.

وتنتشر البراكين وكما سبق الإشارة إلى ذلك في مناطق متعددة وأحزمة محددة على سطح الأرض بخاصة قرب المناطق الساحلية وبعض الجزر البحرية، وهي تتبع في معظم الحالات خطوطاً معينة تفصل بين الصفائح التكتونية التي سبق الإشارة إليها بعاليه، تمثل أماكن التقاء أو تباعد هذه الصفائح عن بعضها البعض، حيث عادة ما تتحرك ويتغير حجم ومكان هذه الصفائح بمرور الزمن سواء بالتباعد أو التقارب عن بعضها، مسببة تصادماً أو شداً في القشرة الأرضية. وهذا بدوره يؤدي إلى تصهر المواد الصخرية الموجودة في مناطق التصادم وأحياناً خروج الحمم البركانية من خلال مناطق الضعف والتشققات الموجودة بها، وذلك في صورة بركان أو طفوح بركانية متدفقة.

ويوجد حالياً نحو 516 بركاناً نشطاً على مستوى العالم. وتُعد دولة أيسلندا الواقعة في شمال المحيط الأطلنطي بالقرب من جزيرة جرينلند الجليدية، من أشهر الدول البركانية ومن أكثر المناطق التي تعج بالبراكين، حيث ينتشر بأراضيها ما يقرب من 130 جبلاً بركانياً، انفجر وثار بالفعل منها ما يقرب من 18 بركاناً كبيراً منذ العام 875 ميلادياً. وقد كان آخر هذه الثورات ثورة بركان (**ايافيالايوكول**)، الذي نال من الشهرة ما لم ينله أي بركان آخر بأيسلندا وربما العالم رغم ضآلة حجمه، وهذا بسبب ثورته المفاجئة في أبريل 2010م، ودور الأنبعاثات الغازية والأدخنة الصادرة منه في شل حركة الطيران المدني في أكثر من 20 بلداً أوروبياً،

لمدة أسبوع تقريباً، وما أدى إليه ذلك من خسائر ومضار كبيرة وغير مسبوقة اقتصادية وإنسانية، لاسيما بالنسبة لدول الإتحاد الأوروبي المتأثرة بالبركان.

وعادة ما تثور البراكين بين الفينة والأخرى، لكن البراكين دائمة الثورة قليلة جداً، ومنها على سبيل المثال بركان (**سترمبولي**)، في جزر ليباري، قرب جزيرة صقلية. كما توجد براكين متقطعة الثورة أو هادئة نسبياً وهي الأكثر شيوعًا على سطح الأرض، وفيها يخمد النشاط البركاني فترة من الزمن، ثم يتجدد النشاط مرة أخرى في وقت لاحق، ومن هذا النوع بركان أتنا في بنفس الجزيرة السابقة (صقلية). وهناك – أيضاً – براكين خامدة، وفيها يظل النشاط البركاني خامداً تماماً لفترة زمنية طويلة، ويظل جسم البركان على هيئته من دون تغير، إلا من بعض آثار عملية التجوية والنحت.

وبصفة عامة يمكن تقسيم مخرجات البراكين إلى مواد صلبة وغازات نشطة وحمم بركانية (مواد مصهورة أو لافا)، على النحو التالي:

أ- مقذوفات صخرية:

عادةً ما تنبثق أثناء الانفجارات البركانية بخاصة في المراحل الأولى من ثورة البركان بسبب الحطام الصخري الحادث. وتضم المقذوفات الصخرية أنواعاً عديدة من المقذوفات وأجزاء الصخور من مختلف الأحجام، سواء كانت كتل صخرية كبيرة، أو قطع صخور وجمرات صغيرة، أو كانت من الصخر الخفاف والغبار (الرماد) البركاني.

ب- الغازات:

تخرج الغازات من البراكين أثناء نشاطها، بكميات عظيمة مكونة سحباً هائلة يختلط فيها الغبار والغازات الأخرى. وتتكاثف أبخرة هذه الغازات بخاصة بخار

الماء مسببة أمطاراً غزيرة تتساقط في محيط البركان. وعادةً ما يصاحب الانفجارات وسقوط الأمطار حدوث أضواء كهربائية تنشأ من احتكاك حبيبات الرماد البركاني ببعضها ونتيجة للاضطرابات الجوية. وبالاضافة إلى الأبخرة المائية، ينفث البركان غازات أخرى عديدة أهمها الهيدروجين والكلورين ومركبات الكبريت والنتروجين ومركبات الكربون والأكسجين.

ج- اللافا:

اللافا كتل سائلة تلفظها البراكين، وتبلغ درجة حرارتها بين 1000-1200 درجة مئوية. وتنبثق اللافا من فوهة البركان، كما تطفح من خلال الشقوق والكسور الموجودة بجوانب المخروط البركاني، والحادثة بسبب شدة الانفجارات وضغط كتل الصهير. وتتوقف طبيعة اللافا المتدفقة من البركان، ومظهرها على التركيب الكيماوي لكتل الصهير الذي تنبعث منه. وهي نوعان؛ لافا خفيفة وفاتحة اللون، ولافا ثقيلة داكنة اللون.

مخاطر البراكين:

تمثل الانبعاثات الغازية والصهارة المتدفقة أثناء الانفجارات البركانية الساحلية، خطراً داهماً على السكان القاطنة للمناطق الساحلية، وعلى البيئة الساحلية والمناطق المحيطة بشكل عام، وهذا بسبب الدمار والآثار البيئية السيئة والمتعددة التي يمكن أن تتسبب فيها هذه المواد. فعلى سبيل المثال، فقد أسهمت ثورة بركان **(ايافيالايوكول)** بأيسلندا في أبريل من العام 2010م، والصهارة الساخنة المنبثقة منه في ذوبان قسم كبير من الكتل الجليدية المحيطة به. وقد أدى هذا بدوره إلى حدوث فيضانات كبيرة في المنطقة المحيطة، وانجراف للتربة وانهيار العديد من الجسور والطرق الموجودة بالمنطقة، وبدرجة اضطرت معها الجهات المحلية المعنية لإجلاء

وترحيل جميع القاطنين بها لأماكن أخرى. هذا عن أثار البركان المحلية، لكن البركان وسحابة الرماد المنبعثة منه خلفا ورائهما - أيضاً - آثاراً بيئية أخرى عديدة وممتدة خارج أيسلندا. ويكفي في هذا أن نعرف أن البركان كان يقذف ما يوازي 700 طناً من الرماد في الثانية الواحدة، وأن البركان - بناءً على هذا المعدل- قد قذف ما يُقدر بحوالي 1,8 تريليون طن من الرماد خلال الثلاثة أيام الأولى من ثورته، ما تسبب في حجب الرؤية كاملاً وارتفاع مستويات التلوث الجوي بشكل غير مسبوق فوق شمال أوروبا. وفي هذا السياق يجدر الإشارة إلى أن الكميات الهائلة من الرماد المتصاعد من بركان (**ايافيالايوكول**) تُعزى إلى تفاعل الصهارة الخارجة من البركان مع طبقة النهر الجليدي القابع فوق الجبل البركاني وذوبان أجزاء منه وتحولها إلى مياه جليدية أثناء الفوران، وهو ما تسبب بدوره في حدوث تبريد فجائي للصهارة البركانية المندفعة، ومن ثم تحولها إلى حبيبات رماد زجاجية ودقيقة للغاية.

كما تُعتبر الهزات الأرضية المصاحبة للأنفجارات البركانية مصدر خطر كبير على سكان المناطق الساحلية والمناطق المحيطة بمنطقة البركان بشكل عام، وهذا ببساطة بسبب إمكانية بلوغ شدة هذه الهزات إلى مستوى زلزال متوسط القوة، يمكن أن يسبب بطبيعة الحال دماراً كبيراً للبنية الأساسية والمنشآت الواقعة في تلك المنطقة.

كذلك يمكن أن تمتد الآثار البيئية للبراكين إلى تكوين ما يُعرف بـــ (**الأمطار الحمضية**)، وهذا من واقع إطلاق البركان لغازات ومواد كربونية وكبريتية، حيث عادةً ما تتهيأ الفرصة لهذه المواد بالاختلاط والإتحاد مع بخار الماء الموجود بطبقات الجو العليا في وجود الأكسجين والأشعة فوق بنفسجية الصادرة عن الشمس كمحفز للتفاعل، ليتكون بذلك أحماضاً عديدة من أخطرها على الإطلاق حمض الكبريتيك. وهذا الأخير يبقى عالقاً في الجو في صورة رذاذ إلى أن يتصادف هطول الأمطار

ليسقط معها في صورة ذائبة على الأرض، مسببا تأثيرات مدمرة على البيئة البحرية والنباتات والتربة والمنشآت والصحة العامة وغير ذلك. وقد يتحد الحمض المتكون مع بعض الغازات الموجودة في الجو مثل النشادر، لينتج في هذه الحالة مركب آخر جديد هو كبريتات النشادر، والمعروف بتأثيره الضار على النباتات والكائنات الحية. أما عندما يكون الجو جافًا، ولا تتوفر فرصة لسقوط الأمطار، فان رذاذ حمض الكبريتيك، وجزيئات كبريتات النشادر تبقى معلقة في الهواء الساكن، وتظهر على هيئة ضباب خفيفة، يمكن أن تحدث هي الأخرى تأثيرات ضارة على الحياة الفطرية والبيئة.

وبعيداً عن تأثيرات الإنبعاثات والمقذوفات البركانية على البيئة والموائل الطبيعية، يمكن أن يشكل الرماد البركاني كذلك خطراً كبيراً على السلامة والصحة البشرية، لاسيما بالنسبة لأولئك المصابين بأمراض الربو والحساسية الصدرية والذين يعانون من مشاكل مزمنة في الجهاز التنفسي، حيث يتكون الرماد من جزيئات دقيقة للغاية وعادة ما تكون خشنة وحادة، بدرجة تكفي لإحداث تهيجاً شديداً في الرئتين والقصبة الهوائية. كما تحتوي المقذوفات البركانية على غازات ومواد كبريتية يمكن أن تؤدي في الحالات الشديدة إلى حدوث سيلاناً بالأنف وجفافاً بالحلق. لذا يُنصح عادة السكان القاطنين بالقرب من مناطق الانفجارات البركانية والأماكن التي يتساقط بها الرماد البركاني البقاء بمنازلهم أو ارتداء أقنعة للوجه ونظارات واقية لحماية أنفسهم من تأثيرات تلك الجسيمات.

غير أن آثار الثورات البركانية على الصحة العامة لا تتوقف عند مجرد احتمال وجود أضرار صحية مباشرة من جراء استنشاق دقائق الغبار أو الرماد البركاني المتصاعد، بل يمكن أن تمتد لجوانب وقطاعات أخرى، وهو ما حدث بالفعل إبان ثورة بركان (**ايافيالايوكول**) بأيسلندا، حيث اضطرت على سبيل المثال

بعض الجهات الطبية الأوروبية والأمريكية إلى إلغاء مئات العمليات الجراحية التي كان مقررا لها إجراءها، وهذا أما بسبب تعطل وصول الجراحين لأماكن عملهم نتيجة حظر الطيران، وأما بسبب تأخر وصول الأعضاء البشرية اللازمة لإجراء عمليات زرع الأعضاء في المراكز الطبية والجهات المتخصصة في هذا النوع من العمليات.

فضلاً عما سبق، يمكن كذلك للثورات البركانية والكميات الهائلة من الأدخنة والرماد المنبعثة منها أن تتسبب في حدوث تغيرات مناخية ملموسة، سواء أكان هذا على مستوى محلي أم إقليمي أو كان على مستوى عالمي، وهذا مثلما حدث في أواخر العصر الجيوراسي منذ أكثر من 60 مليون عام مضت. ففي ذلك الحين وبحسب ما تفترض إحدى أهم النظريات المفسرة لأسباب اندثار الديناصورات، فقد تعرضت الأرض آنذاك لمجموعة هائلة من الإنفجارات والثورات البركانية الضخمة والتي خرجت على أثرها كميات هائلة وغير مسبوقة من الأدخنة والرماد البركاني إلى طبقات الجو العليا، وبقدر تسبب في حجب الرؤية والشمس لفترات طويلة، محيلاً النهار إلى ظلام دائم، ما أدى إلى انخفاض الحرارة بشكل لافت والقضاء من ثم على النباتات وتغير البيئة المعيشية للديناصورات، وهو ما أسهم في النهاية في فنائها ومحوها من الوجود.

كذلك لا يخلو عصرنا الحديث من أكثر من مثال على إمكانية تأثير البراكين على الطقس والأحوال المناخية إقليمياً أو عالمياً، ومن ذلك ما حدث في أيسلندا نفسها بسبب ثورة بركان **(لاكي)** في عام 1783م وتسببه في حدوث مجاعة بالبلاد امتدت آثارها لبعض الدول المجاورة بل وإلى الهند ومصر، بحسب ما ذكر وهذا نتيجة الجفاف الذي عصف بهذه البلاد خلال تلك الفترة. ومن ذلك أيضا ما أفضت إلية ثورة بركان تامبورا بجزيرة سامباوا بأندونيسيا في أبريل من عام 1815م، من

انخفاض متوسط درجة الحرارة عالميا بنحو وصل في بعض المناطق إلى ثلاث درجات كاملة، مع استمرار هذا الانخفاض للعام التالي، مما دعا البعض لأن يُطلق على ذلك العام (1816م) (**السنة عديمة الصيف**). علماً بأن هذه الظاهرة قد تكررت مرة أخرى في العام 1991م، وإن كان بشكل أقل حدة، بسبب ثورة بركان (**جبل بيناتوبو**) بجزيرة لوزون بالفلبين، وتسبب ذلك في انخفاض درجة الحرارة عن معدلاتها الطبيعية في العام التالي.

في مقابل كل هذه التأثيرات البيئية والصحية السلبية، يمكن أن توجد بعض المواد المنطلقة أثناء ثورة البراكين ومنها الرماد البركاني والحمم الخارجة بعض الآثار الإيجابية المحدودة على بعض النواحي البيئية وعلى التربة الزراعية، وهذا من واقع احتواء هذه المواد على عناصر الحديد والماغنسيوم والفوسفات، والتي تترسب في النهاية إما في البحار والمسطحات المائية القريبة وإما في الأراضي الزراعية المجاورة، مشكلة نوعاً من السماد والعناصر المفيدة والمخصبة سواءً للتربة أو البيئة البحرية.

هذا ويمكن التقليل من الآثار السلبية للإنفجارات والثورات البركانية ومخاطرها، عن طريق منع أقامة المنشآت والأنشطة البشرية عموماً بالقرب من الجبال البركانية، لاسيما المعروفة بنشاطها الدوري. كما يمكن تحقيق هذا عن طريق رصد ومراقبة البراكين النشطة ووضع أنظمة إنذار مبكر، يمكن من خلالها التنبيه بقرب ثورة البركان، أو خروجه عن صمته وخموده. فالثورات البركانية تعتبر من أسهل الكوارث التي يمكن التنبؤ بها، وذلك لأنها عادة تكون مصحوبة بالعديد من الظواهر الفيزيائية والتفاعلات الكيماوية، كما ذُكر آنفاً والتي يمكن مراقبتها كل على حدة. فهي عادةً ما تكون مسبوقة بنشاط زلزالي كثيف وتمدد للقشرة الأرضية. أما

في حالة وجود خطر بركاني وشيك، فمن السهل ملاحظة صعود اللافا إلى السطح وانتفاخ سطح التربة وتحرر الغازات.

كذلك يمكن التنبؤ بثوران بركان عن طريق المراقبة المستمرة والدائمة له وذلك باستخدام أكثر من طريقة علمية، مثل قياس التغير في حجم فوهة البركان ومقياس قطره وهذا من خلال الاستعانة بصور الأقمار الصناعية، وكذلك قياس مدى الارتفاع في درجة حرارة البركان، وتسجيل شدة الجاذبية والحقل المغناطيسي للأرض، ورصد وتسجيل النشاط الزلزالي الذي عادة ما يشتد قبل ثورة البركان بعدة ساعات أو بضعة أيام، وكذا نوعية ومعدل انبعاث الغازات البركانية المعروفة. كما يمكن التقليل من الخسائر، عن طريق وضع خطط محكمة للإجلاء ولإدارة الكوارث، وإتباع الأساليب الإرشادية والواقية.

3- ارتفاع مستوى سطح البحر:

يمثل ارتفاع مستوى سطح البحر، أحد أكثر المخاطر الساحلية البحرية تهديداً للمجتمعات الساحلية، وقد كثر الحديث في الأونة الأخيرة عن مخاطر هذه الظاهرة وتأثيراتها المستقبلية المحتملة على عدد من المدن والمناطق الساحلية العربية، بخاصة في دلتا النيل وشط العرب، بسبب تهديد عدد من هذه المدن وأبرزها الإسكندرية والدوحة بالغرق بحلول القرن القادم، وهذا بحسب ما يتنبأ بعض العلماء.

ويحدث التغير في مستوى سطح البحر عموما، انخفاضاً أو ارتفاعًا، نتيجة لتغير مساحة الكتل الجليدية الكائنة بمنطقة القطب الشمالي، وزيادة أو انكماش الكتل المائية في البحار والمحيطات بسبب التغير في درجة الحرارة. فارتفاع درجة الحرارة عالمياً، يؤدي إلى زيادة حجم الكتل المائية وهو ما يُعرف باسم (**التمدد الحراري**)، كما يؤدي إلى ذوبان أجزاء عريضة من جليد المناطق القطبية، وهذا كله

يؤدي بدوره إلى حدوث ارتفاع نسبي في مستوى سطح البحر، وبالتالي غمر أجزاء جديدة من اليابسة والمناطق الساحلية بمياه البحر.

والواقع أن كوكب الأرض والمجتمع العالمي - عموماً - يعانيان - حالياً - من ارتفاع مضطرد في درجة الحرارة على سطح الأرض، وتفاقم ما يُعرف بظاهرة **(الاحتباس الحراري)** أو تأثير الصوبة الزجاجية، أي احتباس الحرارة داخل الغلاف الجوي للأرض وارتفاعها باضطراد، كنتيجة لتأثير هذه الظاهرة والتي تتسبب فيها بحسب ما هو مرجح غازات الدفيئة بخاصة غاز ثاني أكسيد الكربون وبقية الملوثات الجوية الأخرى، الناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة، بخاصة الصناعية.

وفي هذا السياق، أوضح الكتاب السنوي لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة أن مستوى سطح البحر قد ارتفع بالفعل بمقدار سنتيمترين خلال القرن الثامن عشر وبمقدار 6 سنتيمترات خلال القرن التاسع عشر و19 سنتيمتراً خلال القرن العشرين. وفي هذا تقدر - أيضاً - الهيئة الحكومية الدولية المعنية بالتغير المناخي والمعروفة اختصارا بـــ **(IPCC)** من خلال تقريرها الصادر في عام 2007م، ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار يتراوح ما بين 18 سنتيمتراً و59 سنتيمتراً بحلول عام 2100م، إلا أن هناك تقديرات أخرى متباينة تصل بحسب بعض التوقعات إلى 1.4 مترا. وفي كل الأحوال، يتوقع العلماء أن يحدث معظم هذا الارتفاع في النصف الثاني من القرن القادم.

وإذا ما صدقت هذه التوقعات فإن ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار متراً واحداً يحتمل أن يؤدي إلى تشريد ما يقرب من 100 مليون شخص في آسيا، معظمهم في شرق الصين وفي بنجلاديش وفيتنام، و14 مليون شخص في أوروبا و8 ملايين شخص في إفريقيا ومثلهم في أمريكا الجنوبية.

وبالنسبة للمنطقة العربية، يوضح تقرير صادر عن البنك الدولي في عام 2007، وتم فيه إجراء دراسة مقارنة للأضرار المتوقع حدوثها على حوالي 84 دولة حول العالم منها 13 دولة شمال أفريقيا والشرق الأوسط، إذا ما ارتفع مستوى سطح البحر من 1 إلى 5 أمتار، يوضح أن مصر وتونس وقطر والإمارات العربية المتحدة سوف تكون أكثر دول المنطقة تأثراً بهذا الارتفاع، وأن الآثار ستكون شديدة وقاسية بشكل خاص على دلتا النيل وعلى الأجزاء الساحلية منها، إذ يحتمل أن يتعرض أكثر من ثلث مساحة الدلتا والأجزاء الشمالية منها للغرق، إذا ما ارتفع سطح البحر فعلاً بمقدار متر واحد.

كما بدأت بعض المناطق والجزر المحيطية الصغيرة تعاني فعلا من آثار الاحتباس الحراري، ومن ذلك غينيا الجديدة، التي بدأت أجزاء من منها تختفي تحت سطح البحر ببطء. وفضلاً عن هذا، هناك زيادة واضحة في معدلات حدوث السيول والفيضانات والأعاصير وحرائق الغابات وموجات الجفاف وبقية الكوارث الطبيعية، ما يدل على تبدل وتلعثم أحوال المناخ العالمي عن ذي قبل، وعلى تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري بشكل واضح.

على المستوى العالمي، ينتظر أن يؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري إلى تداعيات أخرى سيئة، **يمكن إيجاز أبرزها في الآتي:**

- ✓ تغير أنماط الأمطار والثلوج وتيارات المحيطات وارتفاع ملوحة وحموضة مياه البحر، وما يتبع ذلك من زيادة موجات الجفاف وحرائق الغابات وحدة العواصف وغير ذلك من الاضطرابات المناخية المذكورة آنفاً..
- ✓ ضعف حركة التيارات الساحلية الدافئة في المحيطات وتغير مداها ومساراتها، وهذا بدوره سوف يجعل أوروبا الشمالية أكثر برودة، وسوف

يتسبب في دمار مساحات متزايدة من الشعاب المرجانية والموائل البحرية الأخرى الحساسة المماثلة..

- ✓ تدمير أو انخفاض انتاجية بعض الموائل الطبيعية الحيوية، وعلى رأسها الشعاب المرجانية والغابات المدارية، وهي من أهم الموائل على ظهر الأرض ومن أكثرها عطاءً للانسانية، تتبع ذلك زيادة معدلات انقراض الكائنات الحية كنتيجة مباشرة لتدمير مثل هذه الموائل وعدم قدرة الكثير من كائناتها على التأقلم مع التغيرات الجديدة..
- ✓ زيادة نسبة الأراضي القاحلة وانخفاض الانتاجية الزراعية كنتيجة مباشرة لزيادة نسبة الجفاف وتأثر عدد كبير من المحاصيل الزراعية سلباً بتغير درجة الحرارة والمناخ..
- ✓ زيادة معدل انتشار الأمراض والأوبئة المستوطنة مثل الملاريا وحمى الضنك والتيفود والكوليرا بسبب هجرة الحشرات والدواب الناقلة لها من أماكنها في الجنوب نحو الشمال، وكنتيجة لارتفاع درجة الحرارة وزيادة رطوبة التربة ونقص مياه الشرب النظيفة..

والواقع أن أسباب زيادة درجة الحرارة على سطح الأرض والتوقعات المصاحبة لها من تغير المناخ العالمي واحتمال غرق المناطق والمدن الساحلية المنخفضة مستقبلاً، لم تخل من انقسام وجدل ممتد. وفي هذا يوجد فريقان متضادان، فريق مؤيد لفكرة أن هذه الزيادة تعود في الأساس لتزايد النشاط البشري والغازات الصناعية على كوكب الأرض، ولا دخل للطبيعة أو قواها بها.

ويرى الفريق المؤيد لهذا الرأي، ضرورة العمل للحد من ارتفاع درجات الحرارة قبل فوات الأوان وذلك من خلال معالجة كافة الأسباب المؤدية للارتفاع واتخاذ الاجراءات الرسمية في شأنها على مستوى العالم بأكمله. في مقابل هذا يرى

الفريق المقابل أن الأمر برمته يعود إلى ظاهرة طبيعية دورية تسبب تغير درجات الحرارة تارة انخفاضا وتارة ارتفاعا، وتسبب من ثم مرور الأرض بفترات دفء وفترات جليدية بينية، مستشهدين في هذا بمرور الأرض فعلا قبل ملايين السنين، بأكثر من فترة جليدية وفترات دفء بينية مشهودة، ومستشهدين أيضاً بمرور الأرض بفترة جليدية أو باردة نوعاً ما خلال القرنين السابع عشر والثامن عشر.

وما بين هذا الفريق وذاك، هناك فريق ثالث يرى أن السبب الرئيسي في زيادة درجة حرارة الأرض يعود إلى تزايد تأثير الرياح الشمسية ووجود نشاط شمسي زائد خلال الفترة الأخيرة؛ سبب نقصاً في كمية الأشعة الكونية، أي نقص السحب التي تساعد على تبريد سطح الأرض وبالتالي ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض.

ويرى هذا الفريق أن درجة الحرارة على سطح الارض ستعود إلى طبيعتها عند هدوء النشاط الشمسي المؤقت، بالتالي لا داعي للقلق المتزايد أو توجيه كل الجهد العالمي لتخفيض انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، وتوجيه ذلك الجهد بدلاً من ذلك لتحسين أحوال المعيشة ومحاربة المجاعات الإنسانية، والتلوث الجوي الضار بالصحة.

وبعيداً عن هذا الجدل، هناك في الواقع أكثر من ملحوظة وحقيقة علمية ينبغي في كل الأحوال اعتبارها واستيعابها جيدًا، حتي يكون تقييم مخاطر التغير المناخي وخاصة ارتفاع مستوى سطح البحر في حجمه الطبيعي وبعيدا عن التهويل أو التهوين، ولعل أبرز هذه الملاحظات:

- ✓ غرق الدلتا والأماكن الساحلية الأخرى المنخفضة في العالم مبني أساساً على نظرة شديدة التشاؤم باستمرار ارتفاع الحرارة وذوبان الجليد بمعدلات متسارعة، وعلى فشل المجتمع الدولي في الحد من انبعاثاته الغازية المسببة

لظاهرة الاحتباس الحراري. لكن الأمل بطبيعة الحال باقٍ ولم يفقد. إذ أن هناك نظرة مقابلة تفاؤلية بإمكان الحد من معدلات التلوث الحالية، وبإمكان نجاح الجهود والتدابير الدولية الجارية حالياً في وقف تلك الظاهرة، وبالتالي انتفاء خطر ارتفاع مستوى البحر وغيرها من التداعيات المستقبلية..

- ✓ أغلب التقديرات التي ذكرت عن حجم المناطق الساحلية المعرضة للغرق بخاصة منطقة الدلتا، اعتمدت على نتائج النماذج الاحصائية وعلى تقييم سريع لمناسيب وارتفاعات تلك المناطق، مفترضة انخفاض معظم أراضيها عن مستوى البحر، هذا في حين توضح القياسات الحقلية وخرائط التضاريس الدقيقة تباين ارتفاعاتها ومناسيبها، ووجود بعض وسائل الحماية الطبيعية والصناعية بها، وهو ما يقلل كثيراً من الخسارة الناتجة (إذا) ما ارتفع فعلاً مستوى البحر..
- ✓ ارتفاع مستوى سطح البحر - إذا ما تحقق - لن يكون فجائياً ولن يهجم علينا كالطوفان الأول مثلما هو متخيل، بل سيكون على أي حال تدريجياً وبدرجة لا توجد أي خطر مباشر على الثروة البشرية. وستكون بالطبع هناك خسائر في المنشآت والبنية الأساسية، لكن ستكون هناك أيضاً فرصة كافية لاتخاذ إجراءات السلامة اللازمة..
- ✓ إن أفضل طريقة للتعامل مع آثار التغير المناخي وارتفاع منسوب سطح البحر، هو محاولة التخفيف من أثارها ومحاولة إدارة المخاطر الناجمة عن تغير المناخ، والتكيف مع تلك الآثار المتوقعة، أي التكيف مع ذلك الوضع المسقبلي، وهذا - مثلاً - عن طريق إنشاء الحواجز والمصدات الساحلية، واستزراع سلالات نباتية جديدة مقاومة للملوحة، وغير ذلك مما يكفل التكيف مع الآثار المستقبلية المتوقعة للتغير المناخي والاستعداد لها في الوقت ذاته..

- ✓ إن وضع مخاطر التغير المناخي وغرق المناطق الساحلية في الاعتبار والاستعداد لها لا يعني بالضرورة هجر الأراضي الساحلية المنخفضة إلى مواقع داخلية مرتفعة، ولا يعني نثر البحر بحواجز بحرية ضخمة أو مصدات خرسانية باهظة التكلفة، سواء أكان هذا من خلال تخفيف آثارها أو من خلال التكيف معها كما أوضحنا سابقًا، بل يعني وضع خطة محكمة لاستخدام تلك الأراضي في إطار تخطيط إستراتيجي يتفق مع المخاطر المنظورة، ويتفق مع طبيعة هذه الأراضي، بحيث يتم تجنب عدم إقامة منشآت إستراتيجية أو حيوية بها..

بناءً على كل ما سبق، يمكن القول بأنه سيكون من العبث تركيز اهتماماتنا وجهودنا على التفكير في كيفية وقف تقدم البحر والحيلولة دون ارتفاع مستواه – وهو أمر خارج في كل الأحوال عن إرادتنا– وهذا في حين أن الاحتباس الحراري إذا ما استمر على معدلاته الحالية، وإذا ما تحققت توقعات العلماء بشأنه قد يتسبب لنا في مشاكل أكبر وأخطر من ذلك بكثير، ليس أقلها تزايد الحروب والعواصف والفيضانات والكوارث المدمرة، التي لا يمكن أن يمثل بناء السدود أو الحواجز البحرية علاجا لها.

من هنا يجب الالتفات لأن يكون الحل شاملاً، وذلك من خلال مراجعة سلوكياتنا الخاطئة ونمط حياتنا الاستهلاكي غير العابيء بقدرات النظم البيئية المحيطة، ومن خلال تكاتف الجميع أفراداً وحكومات من أجل وقف التدهور الحادث في مقدرات البيئة وتقليل نسب التلوث الجوي والانبعاثات الغازية الضارة وغير ذلك مما يمكن أن يقلل من حالة التدهور البيئي الحادث ومن المخاطر المترتبة عليها.

4- السيول والفيضانات الساحلية:

تُعد السيول والفيضانات من الكوارث القدرية نظراً لعدم القدرة على التحكم

فيها مع تسبب المياه السيل أو الفيضان الجارفة في اكتساح وحمل كل ما تقوى عليا من طين ورمال وصخور وما يترتب على ذلك من خسائر وأضرار مباشرة وغير مباشرة.. وهي على ذلك تمثل خطراً داهماً ومتكرراً بصفة خاصة على سكان المناطق الساحلية نظرًا لاتجاه معظم ميول ومناسيب الأجزاء والسهول الساحلية عادة باتجاه البحر، مع تركيز وتكاثر المجتمعات السكانية قرب الشريط الساحلي وسفوح الجبال وخلال الوديان والسهول الفيضية التي عادةً ما تستقبل أكبر كمية من الأمطار وتقع في طريق مجرى السيل والمواد الصخرية التي يجلبها السيل أو المطر الفيضي.

ويُعرف السيل بأنه عملية تحرك المياه الناتجة عن تجمع وانحدار مياه الأمطار من الارتفاعات العليا إلى المناطق السفلي بفعل قوى الجاذبية والميل العام لسطح الأرض، وسريانها من ثم بشكل متدفق وقوي في شكل سيل جارف. في حين يعرف الفيضان بأنه ارتفاع منسوب سطح المياه في مجرى النهر أو الوادي إلى مستوى أعلى من حافة النهر أو الوادي، مما يؤدي إلى تدفق المياه فوق السهول الفيضية (Flood plain)، مسببة الدمار للمنشآت، وأحياناً البوار للمحاصيل الزراعية والأنشطة القائمة.

وتعاني نطاقات كثيرة في معظم البلاد العربية من مخاطر الفيضانات والسيول، وهذا بسبب وقوع نسبة كبيرة من المدن الساحلية العربية بخاصة في المملكة العربية السعودية في مجارى الأودية والشعاب الجبلية الساحلية، وبسبب – أيضاً – تشكل قطاعات كبيرة من السواحل العربية بخاصة في البحر الأحمر من مناطق جبلية ذات ارتفاعات شاهقة وسفوح وسهول ساحلية فيضية وتنحدر بشكل

واضح نحو البحر والمناطق الشاطئية. وهذا يبدو واضحاً للغاية من تكرار معاناة مدن جدة وأملج وينبع وتبوك على البحر الأحمر من آثار ومخاطر السيول المدمرة.

وبصفة عامة توجد ثلاثة أنواع رئيسية للفيضانات، هي:

1. **الفيضان البرقي**؛ ويحدث هذا النوع عادةً في المناطق الجبلية والصحراوية نتيجة لتدفق كميات كبيرة جداً من المياه في فترة زمنية وجيزة. كما قد يحدث – أيضاً – بسبب تهدم أحد السدود الحاجزة للمياه، وتدفق المياه نتيجة لذلك بسرعة كبيرة وقوة عارمة.
2. **الفيضان النهري**؛ وهذا النوع يختلف عن النوع السابق في المدى ومدة البقاء، وهو يحدث إما بسبب هطول الأمطار بكثافة كبيرة على مناطق شاسعة أو بسبب ذوبان الثلوج، أو بسبب تضافر كلا العاملين.
3. **الفيضان المدي**؛ وينشأ هذا النوع في المناطق الساحلية، ويُعزى لظاهرة المد والجزر. وعادة ما يحدث على مساحات كبيرة من الشواطئ وغالباً ما تكون في فترة قصيرة، كنتيجة لموجات المد البحري، أو العواصف البحرية التي تدفع بالأمواج وكميات كبيرة من مياه البحر إلى اليابسة مسببة غرقها.

وعلى الرغم من الآثار المدمرة للفيضان والخسائر الاقتصادية والبشرية التي تتسبب فيها، إلا أن للفيضانات عموماً – وبخاصة المتقطعة الصغيرة – فوائد عديدة، ومن ذلك مثلاً تغذية الخزان الجوفي الحامل للمياه والأرضية وإمداد التربة الزراعية بالطمي والمواد الخصبة، وسكان المناطق النائية والصحراوية بالمياه العذبة الصالحة للشرب والري، وهذا فضلاً عن دورها في زيادة التنوع الأحيائي، بما تمده من مغذيات ومواد عضوية للكائنات الدقيقة، التي هي أساس السلسلة الغذائية.

وبصفة عامة يمكن التنبؤ بالفيضانات، من خلال عمل محطات الأرصاد الجوية والمراكز العلمية المعنية بتقدير كميات الأمطار المتساقطة والتقلبات الجوية،

وغير ذلك مما يمكن أن يُستخدم كمؤشر لإمكانية حدوث فيضان، ومن ثم تحذير قاطني المناطق المعرضة لهذه المخاطر قبلها بوقتٍ كافٍ.

لذا تتلخص طرق الوقاية من السيول في الرصد المبكر لمخاطر السيول والفيضانات، والتأهب السريع بإخلاء المنطقة المعرضة للسيول، مع إتباع التعليمات والإرشادات اللازمة اثناء عملية الإخلاء، وقبل ذلك أخذ كافة الاحتياطات المناسبة مثل عدم بناء المنازل والمنشآت في مجاري الوديان أو قبالة مخرات السيول، واختيار المناطق المرتفعة والآمنة للبناء والإقامة، وغير ذلك مما يمكن أن يحقق السلامة الشخصية وتقليل الخسائر الحادثة.

5- الانهيارات والانزلاقات الأرضية الساحلية:

تُعرف الإنزلاقات الأرضية بأنها تحرك المنحدرات أو الكتل الصخرية أو الرسوبيات المتراكمة على التلال والأماكن المرتفعة بشكل فجائي نحو الأسفل بتأثير الجاذبية الأرضية. وقد يحدث الانهيار أو الإنزلاق الأرضي بشكل فجائي أو على مراحل أو على فترات متباعدة، تبعاً للعامل الرئيسي المسبب، ونوعية التربة أو الصخور المتأثرة، ودرجة ميل المنحدر ذاته.

وعلى الرغم من الندرة النسبية لهذا النوع من المخاطر في مصر والسواحل العربية بصفة عامة بسبب تشكل أجزاء كبيرة من هذه السواحل من مناطق صخرية متماسكة، إلا أنه يشكل خطراً كبيراً ومتكررا بخاصة في سواحل الدول الأوروبية والغربية، نظراً لكثرة انتشار التلال الشاطئية المكونة من المواد الرملية والغرينية على هذه السواحل. وبطبيعة الحال تحدث هذه الانهيارات عادة بشكل فجائي وسريع، وبالتالي فهي تشكل خطراً كبيراً على المنشآت والممتلكات العامة والشخصية. كما قد يتعرض الأشخاص لخطر الإصابة، وربما الوفاة أو الفقدان بسببها. وعلى سبيل

المثال تكلف الانهيارات الأرضية حكومة الولايات المتحدة الأميركية في المتوسط ما يقرب من 2 بليون دولار أمريكي سنوياً، وحوالي 25 وفاة، وهذا بسبب تهدم المنازل والمنشآت، وقطع الطرق وخطوط الاتصال والكهرباء، وتعطل عجلة الإنتاج بالمصانع وغير ذلك من الآثار السلبية التي تتسبب فيها هذه الانهيارات.

وتحدث الانهيارات الأرضية الساحلية عادة بسبب النحر التدريجي للتلال والمنحدرات الشاطئية من خلال هجمات التيارات والأمواج المتتالية، أو فعل الأمواج البحرية بخاصة أثناء العواصف والأحوال الجوية السيئة، ونخرها في الدعامات الطبيعية أو الصناعية التي تحمى هذه التلال وتجعلها متماسكة، وهو ما يخل باتزانها الاستاتيكي الطبيعي ويؤدي في النهاية إلى تهدم وانهيار جوانبها وانهيار من ثم جميع المنازل أو المنشآت التي قد تتواجد على أسطحها العلوية. كما قد يؤدي إلى نفس النتيجة جريان المياه السطحية والمياه الأرضية خلال أسطح هذه التلال، بل – وأحياناً – الحفر والقنوات التي قد تصنعها بعض القوارض والكائنات الحية التي قد تتواجد في ذات المنطقة. كما يمكن أن تحدث الانهيارات في داخل البحر – بخاصة في منطقة الرصيف القاري المواجهة للدلتات (الدالات)– نتيجة انزلاق الإرسابات الطينية الغير متماسكة، أو الكتل الصخرية بقاع البحر، بسبب حدوث فالق صخري أو تحرك لقشرة الأرض. وهذا النوع من الانهيارات يتصف بضخامة حجمه نتيجة امتداد الإرسابات البحرية على مسافات كبيرة للغاية تحت سطح المياه، وإن كنا لا نشعر به وبتأثيراتها عادةً بسبب حدوثه بمنطقة المياه البحرية العميقة. كذلك يمكن أن تحدث الانهيارات الأرضية أثناء ثوران البراكين الساحلية، بسبب الإنفجارات والهزات الأرضية الحادثة، ودورها في تهدم وانزلاق الكتل والمنحدرات الصخرية والشاطئية المجاورة.

وتكثر الانهيارات الأرضية وكذلك البحرية في نوعية الإرسابات والتلال والمنحدرات المكونة من تربة رملية أو طينية غير متماسكة، كما تكثر على ضفاف الأنهار، وفي المرتفعات والمنحدرات المكونة من الحجر الجيري، نظراً لسهولة تشققه، وانفصال من ثم الصخور المكونة له. ولعل من أشهر الأمثلة على هذا النوع من الانهيارات (وإن لم تكن بالقرب من الساحل)، حادثة الدويقة بالقاهرة في سبتمبر من عام 2008، التي أفضت إلى وفاة 120 شخصاً، وهذا بسبب انهيار كتلة صخرية ضخمة للعامة يزيد وزنها عن 70 طناً، على المنازل والمنطقة السكنية العشوائية المجاورة.

وبصفة عامة هناك عوامل كثيرة ومؤثرة يمكن أن تساعد على حدوث الانهيارات الأرضية ويمكن أن تزيد من معدل تكراريتها وحدوثها، مثل نوعية التربة والرسوبيات المكونة للتلال الشاطئية ودرجة ميل جوانبها، وإلى نسبة الأشجار والزراعات التي قد تتواجد على أسطحها وتعمل على توسعة الشروخ والشقوق من خلال النمو التدريجي للجذور وزيادة ضغطها على هذه الشقوق. كما قد تحدث الإنزلاقات والانهيارات الأرضية بسبب الأعمال البشرية، وبخاصة عمليات التقيب والتفجير باستخدام المتفجرات بهدف استخراج الصخور أو خلافه.

كما قد تتسبب فيها بعض العوامل الطبيعية، وبخاصة التراكيب الجيولوجية النشطة والحركات الأرضية وأيضاً عمليات التجوية، وشدة الأمواج والتيارات الساحلية، وتأثير غير ذلك مما يعمل على تفتيت ونحر جدران هذه التلال، والمساعدة من ثم في حدوث انهيارات أو إنزلاقات أرضية بها. لذا غالباً ما تتزامن وتكثر الإنزلاقات الأرضية مع النوات والتقلبات الجوية الشديدة وهبوط الأمطار بغزارة، أو مع الزلازل والفيضانات وذوبان الثلوج.

هذا، ويمكن تجنب مخاطر الانهيارات الأرضية أو على الأقل تجنب آثارها، عن طريق عمل خرائط جيوبيئية أو مساحية بالمواقع المعرضة لمثل هذه الانهيارات، واستشارة المختصين بالإنشاءات وطبيعة التربة قبل البدء في بناء المنشأة، وتجنب بناء هذه المنشآت على المنحدرات. كما يمكن الحد من هذه الانهيارات عن طريق منع تسرب وجريان المياه الأرضية داخلها، وتصميم قنوات تصريف لمياه الأمطار وتنفيذها لمنعها من التغلغل في التربة، وتدعيم أركان وأجناب التلال والمرتفعات الصخرية أو الرملية عن طريق تثبيت الدعائم الصخرية على سفوح هذه التلال، أو أحاطتها بشباك من الصلب المسلح، للمساعدة على تماسك مكوناتها وتربتها الصخرية.

كما ينبغي العمل على زيادة وعي العامة بهذه الظاهرة، وهذا له دور كبير في التقليل من الخسائر الحادثة، إذا أن هناك مثلاً أكثر من مؤشر يمكن من خلاله قرب حدوث الانهيار الأرضي أو اكتشافه قبل حدوثه، وبالتالي يمكن لأي فرد ملاحظة تنامي هذه الظاهرة في منطقة ما والإبلاغ عنها قبل وقوعها، وهذا إذ كان على وعي ومعرفة بها. ومن هذه المؤشرات مثلا ميل بعض الأشجار بخاصة الكبيرة بشكل فجائي، أو ظهور جذورها وتعريها من التربة الموجودة بها، ومثل أيضا ظهور شقوق وشروخ ناحية جدران وأجناب التلال الرملية أو الصخرية، أو تزايد معدلات النحر بالقرب من حواف وأجناب التل.

6- نحت وتآكل الشواطيء:

تُعرف ظاهرة نحر أو تآكل السواحل بأنها تراجع في خط الشاطيء وتقدم البحر باتجاه اليابس، سواء كان هذا بسبب إزاحة أو فقدان الرمال والرسوبيات البحرية المكونة للشواطيء والبلاجات تدريجياً وترسيبها فى مناطق أخرى، أو بسبب

ارتفاع مستوى سطح البحر وغمره لأجزاء من اليابسة، أو بسبب الفعل الهدمي للأمواج والتيارات البحرية بما يؤدي إلى تراجع خط الشاطيء تدريجياً، أو بسبب إقامة بعض المشروعات الساحلية بطريقة غير مدروسة أو مراعية للبيئة.

وفي الحقيقة فهذه الظاهرة تُعد من الظواهر العالمية، إذ يندر أن تجد منطقة ساحلية ما في أي بقعة من العالم، لم تتعرض لشكل من أشكال النحر والتآكل في شواطئها، يتساوى في ذلك الشواطيء الرملية مع الشواطيء الصخرية. ويحدث النحت البحري للشواطيء الرملية والحصوية بحكم أن رواسبها مفككة وسائبة، كما يحدث في الشواطيء الصخرية بسبب الأثر الهدمي للأمواج وكثرة الجروف الصخرية الهدامة، والتي تؤدي تدريجياً إلى تراجع خط الشاطيء. وقد تفاقمت حدة هذه ظاهرة نحر الشواطيء وزادت معدلاتها بشكل ملحوظ في سواحل مصر الشمالية بخاصة المطلة على الدلتا، وهذا بعد انشاء السد العالي نظراً لقيام السد بحجز كميات الطمي الوافدة مع النهر من أعالي النيل وهضاب أثيوبيا، والتي كانت تترسب تباعاً على شواطيء الدلتا وأراضيها، وفقدان بالتالي التوازن البيئي الذي كانت توفره.

وتتسبب هذه الظاهرة في كثير من الخسائر وعلى أكثر من مستوى، نظراً لما يترتب عليها من فقدان للرمال الشاطئية وأماكن البلاجات العامة والخاصة، وتهدم للمنشآت المقامة بالقرب من الشاطيء، وتكلفة أعمال الحماية والعلاج اللازمة، سواء كانت من خلال تغذية هذه الشواطيء بالرمال أو من خلال إقامة حواجز ومصدات حماية صلبة وخرسانية.

وتنقسم أسباب هذه الظاهرة إلى أسباب طبيعية وأسباب بشرية. وتتمثل الأسباب الطبيعية في الآتي:

✓ امتداد الشاطيء أو المنطقة الساحلية على هيئة رأس أو بشكل بارز داخل

✓ البحر، بما يترتب عليه زيادة تعرض هذه المنطقة تحديدا وبشكل أكبر كثيرا من غيرها لهجمات الأمواج والتيارات الساحلية، ومن ثم لنقل الرسوبيات والنحر التدريجي. وتُعد رأس رشيد ورأس دمياط من أشهر المناطق والأمثلة الدالة على ذلك، حيث يبرز خط الشاطيء بشكل واضح في هذه المناطق ممتدا داخل البحر على هيئة رأس، وهو السبب الرئيسي في زيادة تعرضهما لدرجات تآكل ونحر أكبر من غيرهما..

✓ تعرض الأنهار الحاملة للرمال والطمي وشبكة التصريف السطحي عموماً لتغيرات طبيعية (كما في حالة الجفاف مثلاً)، مما يؤثر بشكل سلبي على ميزانيتها من الرسوبيات (**Sediment Budget**) وعلى قدرة هذه الأنهار على إمداد المناطق الساحلية بكميات الرمال والطمي اللازمة للحفاظ على التوازن الطبيعي، وتعرض من ثم هذه المناطق للتآكل، طوال فترة الجفاف والعجز..

✓ خضوع المنطقة الساحلية لنمط محدد من التيارات الساحلية التي تعمل على نقل الرسوبيات من شاطيء إلى أخر، مسببة نحر في هذا الشاطئ وترسيب وبناء في شاطيء آخر مجاور. وهو الأمر الواقع فعلاً على طول سواحل دلتا النيل، إذ أنه من المعروف أن هناك تيار ساحلي ضخم يحكم سواحل البحر الأبيض المتوسط، ويسير بشكل مواز للشاحل في اتجاه عام من الغرب إلى الشرق، أي مع عقارب الساعة، ويعمل من ثم على نقل الرسوبيات وغيرها من المواد المتدفقة من اليابسة من الغرب إلى الشرق..

✓ ارتفاع مستوى سطح البحر وغمر المياه والأمواج البحرية لأجزاء إضافية وجديدة من اليابسة، وتزايد بالتالي مساحة المنطقة الشاطئية المعرضة للفعل الهدمي للأمواج والتيارات الساحلية..

- ✓ الإنخساف أو هبوط مستوى سطح الأرض بمعدلات متسارعة، وهي ظاهرة محلية وإقليمية تعاني منها معظم إن لم يكن كل الدالات النهرية على مستوى العالم..
- ✓ كثرة الأنواء البحرية والأمواج العاصفية وتزايد من ثم معدلات نقل وفقدان الرمال في المناطق الساحلية المعرضة لهذه الأجواء بدرجة أكثر من غيرها..

فضلاً عن ذلك، يمكن أن تنشأ ظاهرة نحر الشواطيء - أيضاً - نتيجة التدخل البشري وبقية الأنشطة التي تؤثر سلباً على عملية إمداد الرسوبيات والرمال إلى الشواطيء أو التي تعوق عملية النقل الساحلي أي نقل الرسوبيات بشكل طبيعي بواسطة التيارات البحرية. وقد تتمثل هذه الأنشطة في بناء السدود على الأنهار، حيث يترتب على هذا إعاقة مرور الرسوبيات المحملة بواسطة هذه الأنهار ومنع عبورها إلى منطقة المصب، وترسيبها من ثم داخل الخزان المائي وراء السد. كما قد تتمثل في بناء مصدات بحرية صلبة أو خرسانية بشكل عمودي على خط الشاطيء، وهو ما يعيق عملية نقل الرسوبيات بواسطة التيارات البحرية، ويؤدي إلى منع عبورها إلى مناطق الترسيب الطبيعية، وترسبها في مكان آخر، عادة ما يكون بجانب المصد أو الحاجز البحري الخرساني.

ومن الأنشطة الأخرى التي تساعد على ظهور مشكلة النحر، إزالة الصخور البنائية والحواجز الصخرية الطبيعية كالأرصفة المرجانية أو الجزر البحر والتي تعمل كحائط حماية طبيعي ضد الاثر الهدمي للأمواج وعملية النحر بشكل عام.

وتعاني قطاعات طويلة من الشواطيء المصرية حالياً من هذه ظاهرة النحر بشكل خاص، ولاسيما الشواطئ الواقعة على البحر المتوسط، على طول دلتا النيل

بخاصة عند رأس رشيد والبرلس ودمياط، حيث تصل نسبة النحر في بعض هذه الأماكن إلى أكثر من 100 متراً سنوياً، كما هو حادث عند رأس رشيد.

وبصفة عامة تتراوح معدلات النحر السائدة على شواطيء الدلتا ما بين 10 إلى 100م سنوياً. وهذا عموما لا يعني أن جميع شواطيء الدلتا تتعرض للنحر والتآكل، بل على العكس، هناك شواطيء ومناطق تتعرض إلى درجات متفاوتة من الترسيب، ويتراجع فيها البحر بشكل واضح، ومن هذه المناطق على سبيل المثال، منطقة أبو خشبة شرق رشيد، والذي تصل فيها معدلات الترسيب إلى أكثر من عشرة أمتار سنوياً.

هذا ويمكن التقليل من حدة النحر الحادث ومعالجة المشاكل المترتبة على هذه الظاهرة بأكثر من وسيلة حماية. وتقوم الوسيلة الأولى على ما يُسمي بـ **(أعمال الحماية الناعمة)**، ويُقصد بها تغذية الشواطيء المعرضة للنحر دوريا بكميات كبيرة من الرمال، على أن تكون مقاربة في الخصائص والمواصفات والحجم لنوعية الرمال الأصلية الموجودة بالشاطيء. وتتميز هذه الطريقة بحفاظها على النسق الأصلي والشكل الجمالي الفطري للشاطيء، حيث لا ينتج عنها أي تغيير في الشكل أو الهيئة، كما لا ينتج عنها أية آثار سلبية، كما هو حادث في أعمال الحماية الأخرى، وإن اتسمت هذه الطريقة بارتفاع تكلفتها الإجمالية.

ومن الوسائل الشائعة - أيضاً - لمعالجة مشاكل النحر، ما يُسمي بـ **(أعمال الحماية الصلبة)**، ويُقصد بها بناء مصدات ومراطم صخرية أو خرسانية، سواء كان هذا في شكل حاجز أو مصد مواز للساحل أو كان في شكل حاجز عمودي على الساحل، أو حاجز غاطس أو أي بناء صلب يعمل على تقليل حدة النحر. غير أن هذه الوسيلة ينتج عنها سلبيات وآثار جانبية كثيرة، منها إعاقة التيار الساحلي والإخلال بالإتزان الرسوبي في المنطقة، وأحياناً التسبب في ركود المياه الساحلية

وانخفاض جودتها، وهذا فضلاً عن إخلالها بالشكل الجمالي والمظهر الطبيعي العام للشاطيء.

7- تحركات الكثبان الرملية الساحلية:

الكثبان جمع كثيب، وهي عبارة عن تجمع من الرمل السائب على سطح الأرض فى شكل كومة ذات قمة. وتتكون الكثبان الرملية نتيجة عوامل التعرية وبخاصة الرياح بوصفها عامل نحت، وهي تفاعل الصخور الصحراوية مع درجات الحرارة القصوى وهبوب الرياح المتواصلة مما يؤدي إلى تفكيك الصخور وتفتيتها إلى حبيبات رملية مختلفة الحجم والشكل.

وتحدث الكثبان عندما تفقد الرياح سرعتها فجائياً أو بالتدريج، ما يؤدي إلى ترسيب حمولتها من الرمال والفتتات الصخرية المختلفة على شكل كثيب رملي ينمو ويزيد في الارتفاع تدريجياً بمرور الزمن. وعادة ما تكون هذه الرمال ذات منشأ صحراوي، وفيها تستمد الرمال من تعرية وتحات الجبال والطبقات الرسوبية المكونة أساس من الحجر الرملي. كما يمكن أن تكون الرمال ذات منشأ ساحلي، وفيها تستمد الرمال غالباً من مصدر شاطئي أو بحري، بسبب دفع الأمواج ومن ثم الرياح لرمال الشاطيء إلى جهة اليابسة. والرمال ذات المنشأ الصحراوي تتكون من حبيبات رملية صغيرة ومختلفة الحجم والشكل، وتتميز باحتفاظها بالرطوبة لمدة أطول من الرمال ذات المنشأ البحري.

وقد ساعد تغير المناخ وتفاقم مشكلة التصحر فضلاً عن اعتداء الإنسان على الغطاء النباتي سواء كان هذا من خلال الرعي الجائر أو قطع الأشجار للتدفئة والتحطيب، إلى تكوين مساحات واسعة من الأراضي الجرداء المعرضة للتعرية، وزيادة من ثم ظاهرة تكون الكثبان الرملية وزحفها نحو الحضر.

وبهذا الخصوص يجدر الإشارة إلى تضرر بعض المدن العربية القديمة من ظاهرة زحف الرمال والكثبان، حيث غطت مثلاً الرمال مدينة **(جوابه)** عاصمة الإحساء أيام الرسول صلى الله عليه وسلم ومدينة **(شنقطى)** فى موريتانيا، كما دفنت الرمال كثيراً من العيون المائية مثل **(كوكب)** و**(أم سعيد)** بالمملكة العربية السعودية. وكذلك **(إرم ذات العماد)** التي انطمرت تحت الرمال نتيجة العاصفة الرملية الغير العادية التى سلطت عليهم.

وتغطي الكثبان الرملية مساحات شاسعة من العالم، وتتوزع فى مناطق وأقاليم كثيرة بجمهورية مصر العربية، لعل أهمها بحر الرمال الأعظم بالصحراء الغربية، الذي يُعد أحد أكبر مناطق التجمعات الرملية ليس فقط في مصر بل فى العالم. كما تتواجد الكثبان الرملية بمحاذاة الساحل في مناطق متفرقة في جنوب سيناء وشرق الإسماعيلية حتى السويس، فضلاً عن تواجدها على ساحل البحر الأحمر قرب حلايب وشلاتين وجنوب الغردقة، وعدة مناطق أخرى متفرقة بالساحل الشمالي الغربي والفيوم ووادي النطرون.

هذا، وتصنف الكثبان الرملية إما بناءً على موقعها الجغرافي، أو بناءً على التركيب المعدني الغالب على حبيبيات الرمال المتراكمة، كما يمكن تصنيفها اعتماداً على درجة نشاطها وديناميتها. فبحسب الموقع الجغرافي، تكون الكثبان إما ساحلية وإما صحراوية. وفيما يتعلق بالكثبان الساحلية – وهي محل اهتمامنا الأساسي هنا – فهي تنتشر بالقرب من سواحل البحار والمحيطات، وهى تنشأ من تجمع الرمال الشاطئية أو الصخور الساحلية القليلة التماسك، وتتميز بغطاء نباتى كثيف مما يحد من قدرتها على الحركة. وعادةً ما يتكون محتواها المعدني من معادن الكوارتز والسيليكا بوفرة، وأحياناً الرمال السوداء الاقتصادية الثقيلة. أما من حيث التركيب المعدنى الغالب، فهي قد تكون جيرية، إذا كانت رمالها تتركب من الحجر الجيري،

أو تكون سيليكية إذا كانت حبيباتها تتركب من الكوارتز، أو تكون جبسية، إذا كانت الحبيبات تتركب من معدن الجبس. ومن حيث النشاط، فالكثبان قد تُصنف على أنها نشطة، وهو النوع الأكثر شيوعاً، أو شبه نشطة، وهذا النوع عادةً ما يكون محدود التوزيع والإنتشار.

وتتراكم الرمال المكونة للكثبان في عدة أشكال مختلفة، قد تكون هلالية، أي في شكل الهلال، ويُعرف هذا النوع باسم **(الكثبان الهلالية)**، أو **(كثبان البارخان)**. وينشأ هذه النوع بفعل الرياح ذات الاتجاه الواحد، وهذا النمط يشمل مدى واسعاً من الأشكال الهلالية المعروفة. ويعتبر هذا النوع الأكثر خطورة وتأثيراً على البيئة والزراعة والمرافق العامة، نظراً لسرعة تحرك الكثبان المكونة له، مع صعوبة تثبيتها بالوسائل الحيوية، حيث لا تستطيع النباتات النمو عليها. وتنتشر هذه الكثبان في مصر في شمال سيناء والواحات الخارجة وشمال غرب الواحات البحرية.

وقد تأخذ الكثبان شكلاً عرضياً على هيئة خطوط عرضية مموجة تبلغ من الطول ما بين 15 إلى 20 متراً في المتوسط، وتتكون نتيجة تراكم الرمال في جانبين فى اتجاهين متضادين. وقد سُميت بهذا، بسبب اعتراضها لحركة الرياح السائدة وكثيراً ما تنشأ نتيجة لتلاحم الكثبان الهلالية.. كما قد تتراكم الكثبان في شكل طولي، مكونة كثبان رملية طولية أو سيفية.

هذا، ويمكن تقسيم معدل حركة الكثبان الرملية إلى ثلاثة مستويات، كثبان بطيئة عندما يقل معدل الحركة عن 5 أمتار في العام، وكثبان متوسطة السرعة عندما يتراوح معدل الحركة بين 15- 5 متراً في العام، وكثبان سريعة عندما يزيد معدل الحركة عن 15 متراً في العام. ويكمن الخطر الرئيسي من الكثبان في زحفها الدائم وانتقالها العشوائي من مكان لآخر بفعل قوة الرياح، وهو ما يمكن أن يؤدي إلى طمر الحقول الزراعية والمنشآت الحيوية والطرق بالرمال، ومن ثم التسبب في

خسائر اقتصادية كبيرة، نتيجة أعاقة الحركة المرورية والأنشطة الانتاجية والصناعية وخلافه. ويعاني على سبيل المثال الطريق الساحلي ما بين حلايب وشلاتين بجنوب البحر الأحمر من هذه الظاهرة بشكل متكرر، حيث تصل ارتفاعات الكثبان في هذا القطاع إلى أكثر من نصف متر، وهو ما يتكرر في مناطق أخرى مثل طريق العريش، وسيوة.

ولتجنب المخاطر والخسائر الناتجة عن ظاهرة زحف الرمال، يحب العمل على تثبيتها، وهذا من خلال طريقة التثبيت الميكانيكى (المؤقت) والتي تتمثل في عمل أسيجة ومصدات رياح لوقف زحف وتحرك الرمال. كما يمكن تحقيق هذا من خلال طريقة التثبيت البيولوجى (الدائم) بواسطة زراعة الأشجار واستنبات بعض الزراعات، لدورها في تثبيت الكثيب ومنع تحركه. فالقاعدة هنا هو أنه إذا لم يتعرض جسم الكثيب للانضغاط من جهة، أو للتماسك بأية مادة لاحمة، بمساعدة المياه أو جذور النباتات، من جهة أخرى، فإن الكثيب يكون في حالة عدم استقرار، ودائم التحرك.

المصادر

1. جودة حسنين جودة (1988)، الجيومورفولوجيا: دراسة في علم أشكال سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 493 صفحة.
2. كارستين مانجور وأحمد حسن (2002)، إرشادات إدارة خط الشاطئ، الهيئة العامة للتنمية السياحية، القاهرة، 235 صفحة.
3. وحيد محمد مفضل (2005)، "عندما يثور المحيط"، مقال تحليلي منشور ببوابة المعرفة بالجزيرة نت، 3 يناير2005. متاح على الرابط الإلكتروني: http://www.aljazeera.net/NR/exeres/702E426A-0C5E-4BF4-8CC3-801D9DC9FCE6.htm
4. وحيد محمد مفضل (2005)، "تسونامي سومطرة: كارثة إنسانية.. كارثة بيئية"، مجلة البيئة والتنمية، العدد 83، فبراير 2005.
5. وحيد محمد مفضل (2010)، "**ثورة بركان أيسلندا وتداعياته**"، مجلة التقدم العلمي ضمن ملف عن الكوارث الطبيعية، العدد 70، أكتوبر 2010.
6. وحيد محمد مفضل (2010)، "أوهام الطوفان القادم وحقيقة غرق دلتا النيل"، إسلام أون لاين، باب علوم وصحة، متاح على الرابط الإلكتروني: http://www.islamonline.net/servlet/Satellite?c=ArticleA_C&cid=1262372385179&pagename=Zone-Arabic-HealthScience%2FHSALayout

معجم المصطلحات الواردة بالفصل

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانجليزية
مخاطر ساحلية	Coastal hazards
مخاطر طبيعية	Natural hazarads
مخاطر جيولوجية ساحلية	Coastal geological hazards
ازدهار طحلبي ضار	Harmful algal blooms
أخطار ساحلية طبيعية مزمنة	Chronic hazards
أخطار ساحلية طبيعية مفاجئة	Catastrophic hazards
شاطيء أمامي	Foreshore
شاطيء خلفي	Backshore
صفائح تكتونية	Tectonic plates
براكين ساحلية	Coastal volcanoes
أمطار حمضية	Acid rains
ارتفاع مستوى سطح البحر	Sea level rise
محاولة تخفيف	Mitigation
تكيف	Adaptation
سيول وفيضانات ساحلية	Coastal floods and torrents
سهول فيضية	Flood plain
فيضان برقي	Flash floods
فيضان نهري	Revering floods
فيضان مدي	Tidal floods
انهيارات وانزلاقات أرضية ساحلية	Coastal landslides

Landslides	إنزلاقات أرضية
Coastal erosion	نحت وتآكل الشواطيء
Subsidence	إنخساف أو هبوط مستوى سطح الأرض
River deltas	دلتات نهرية
Coastal dunes invasion	تحركات الكثبان الرملية الساحلية
Crescent	كثبان هلالية
Barchan	كثبان بارخان
Linear or longitudinal	كثبان رملية طولية أو سيفية

(5)

التلوث البحري الكيميائي

طعنة في قلب الحياة!!

مدخل:

يُعد تلوث البيئة البحرية بالمواد الكيميائية إحدى أهم المشكلات التي تواجه الإنسان في حاضره ومستقبله، ويُعزى مصدر هذا النوع من التلوث – بشكل أساسي – إلى التقدم الصناعي، والحضارة الحديثة التي أنتجت مواداً ذات مواصفات جديدة، لكنها في نفس الوقت سامة وقاتلة.. ومن حيث آثارها الفاتكة، فهي – أي الملوثات الكيماوية – تحدث خللاً في تكاثر وتوالد معظم الكائنات البحرية النباتية والحيوانية، ومن ثم تحدث خللاً في التوازن البيولوجي البحري، وتؤثر على دورة الغذاء في البحر.. ثم هي تمد يد الأذى إلى ما فوق اليابسة إذا ما تناول الإنسان غذاءً ملوثاً بها.. واليوم صارت الملوثات الكيميائية في البحار من الكثرة بمكان مما يشير لحتمية التعامل الرشيد مع البيئة البحرية ومراعاة ما يُلقى فيها لمستقبل صحي للأرض ومن عليها!!

تتعدد أنواع التلوث البحري الكيميائي تبعاً لمصدر الملوثات، وكذا نوعها.. **فمثلاً هناك أربعة أنواع رئيسية من التلوث البحري الكيميائي بناءً على مصدره:**

1) التلوث البحري الكيميائي الصناعي:

وهو التلوث الناتج عن مختلف نشاطات الإنسان الصناعية بآثارها على البيئة البحرية والإنسان.

2) التلوث البحري الكيميائي العمراني:

وهو التلوث الناتج عن مختلف نشاطات الإنسان العمرانية والاستيطان العمراني في المدن الساحلية وخطر الإنسان العضوي على البيئة البحرية وعلى نفسه هو بالذات. وتزداد خطورة هذا النوع من التلوث في البحار المغلقة وشبة المغلقة،

وتُعتبر مياه الصرف الصحي بالاضافة إلى السياحة أهم عاملين في التلوث العضوي العمراني في المناطق الساحلية.. وتزداد المشكلة حدة مع اتساع المدينة واتصال ضواحيها مع ضواحي المدن الأخرى ليتكون من الكل مجتمع عمراني ضخم.. وتُرمى هذه المخلفات في مياه الأنهار التي تصب الى البحر، وقد يتسرب معها بعض من المعادن الثقيلة بطريقة أو بأخرى.. وتزداد المشكلة خطورة مع عدم وجود معالجة تامة أو حتى معالجة جزئية؛ فعندما تصب مياه الصرف الصحي في المجاري المائية بدون معالجة؛ تترسب المواد الصلبة في القاع وتتحلل المواد العضوية مما يؤدي إلى: ارتفاع درجة تركيز كلاً من عنصري النتروجين والفوسفور، الأمر الذي يؤدي إلى تكاثر أنواع محددة من النباتات والطحالب البحرية التي تخل بالتوازن البيئي للكائنات الحية وبالتالي انخفاض نسبة الأكسجين الذائب في المياه.. وإلى تغير نسب العديد من العناصر والغازات الذائبة فيها الأمر الذي يؤدي إلى تكاثر أنواع ضارة من الطحالب والمركبات العالية السمية والتي تقضي على العديد من الكائنات البحرية وخصوصاً الأسماك.. وإلى انتشار الروائح الكريهة (بسبب غاز الميثان والكبريتيد).. وإلى تلوث مياه الشواطيء وتشوه منظر المياه وبالتالي تفقد السواحل قيمتها السياحية والصحية.. وإلى تواجد مجموعات من الكائنات المجهرية النباتية والحيوانية في البحار التي تفرز مواد كيميائية مضادة للبكتيريا التي تلوث البحار عن طريق المجاري فتميتها؛ إلا أن المواد السامة والبترول التي تصل إلى البحار تعيق من افراز هذه المواد وإذا ما ازدادت في الوسط البحري فإنها تؤدي إلى موت هذه الكائنات المجهرية وبالتالي فقدان البحر التنقية الذاتية مما يسهم في تكاثر الفيروسات والبكتيريا المسببة للعديد من الأمراض وفي مقدمتها؛ أمراض الحساسية والجهاز التنفسي والفشل الكلوي.. وإلى تكرار حوادث موت الأسماك الصغيرة في المياه الساحلية للمنطقة وهجرة الأحياء البحريه

الأخرى بعيداً عن هذه المياه بسبب المخلفات وخصوصاً الأمونيا. وكمثال واضح بين أيدينا؛ يساهم 100 مليون سائح في تلويث البحر الأبيض المتوسط، ويعيش على سواحله أكثر من 130 مليون نسمة على طول 46 ألف كيلومتر موزعين على أكثر من 100 منطقة سكنية آهلة، وتُلقى 80% من مخلفات هؤلاء السكان في المجاري التي تنتهي إلى البحر بدون معالجة، وتقدر بحوالي 500 مليون طن سنوياً. وتتلخص آثار التلوث بالمواد العضوية في العدوى البكتيرية التي تشكل خطراً كبيراً على الإنسان على سواحل هذا البحر والسياح بلا استثناء؛ وذلك من خلال الأضرار التي يلحقها هذا النوع من التلوث بالبيئة والكائنات البحرية. وهذه الملوثات تزداد بزيادة عدد سكان حوض البحر المتوسط. ومن المشاكل التي حدثت فيه إصابة 40 شخصاً بالكوليرا في مدينة (نابولي) الإيطالية بعد استهلاكهم مأكولات البحر الملوثة من المنطقة المجاورة للمدينة في السنوات الماضية.

3) التلوث البحري الكيميائي جراء النقل البحري:

هو التلوث الناتج عن حركة الملاحة البحرية في العالم، بما يشمل الكوارث البحرية؛ الشحن البحري، وافراغ مياه الموازنة وغسيل صهاريج الناقلات، وهي المشكلة التي تتسارع بشكل مطّرد نتيجة لتطور حركة التجارة والعولمة، مما يشكل تهديدًا متزايداً للمحيطات والممرات المائية. فمثلاً من المتوقع أن تتضاعف حركة الشحن من وإلى الولايات المتحدة الأمريكية بحلول عام 2020م. ونظراً لزيادة حركة الملاحة البحرية، فقد أصبح التلوث الناجم عن السفن يؤثر تأثيراً مباشراً على المناطق الساحلية، وعلى التنوع البيولوجي والمناخ والغذاء والصحة البشرية.

تُلوّث السفن المجاري المائية والمحيطات بطرق عدة مثل تسرب النفط أو المواد الكيميائية من الناقلات، وتصاعد ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد

النيتروجين وثاني أكسيد الكربون وأسود الكربون إلى الغلاف الجوي من عوادم الناقلات. إضافة إلى التخلّص من مخلفات ناقلات البضائع بإلقائها في الموانئ والمجاري المائية والمحيطات. تتسبب السفن - أيضاً - في التلوث الضوضائي الذي يسبب اضطراباً للحياة الطبيعية، كما يؤدي إفراغ مياه الموازنة إلى انتشار الطحالب الضارة وغيرها من الأنواع، مما يشكل مخاطر على الصحة العامة والبيئة، فضلاً عن التكلفة الاقتصادية. وبالرغم من سنّ العديد من الدول للتشريعات التي تُجرّم تصريف النفايات، إلا أنه تم رصد الكثير من الحالات المتعمّدة للتصريف في المجاري المائية.

4) التلوث البحري الكيميائي جراء النشاط السياحي:

تسهم الأنشطة السياحية - أيضاً - في تلوث مياة البحار والمحيطات، وكذلك في تشويه البيئة البحرية؛ فالبقع الزيتية المتسربة من السفن والقوارب السياحية يمكن أن تزيد جولاتها البحرية السياحية نسبة السمية في المياة الساحلية، لاسيما محدودة العمق، وخاصة إذا كانت المياة مرتفعة الحرارة مما يزيد من معدلات استهلاك الأكسجين فيها، والذي تنعكس آثاره الضارة على كل من الكائنات البحرية المختلفة وشواطيء الاستحمام؛ كما قد يؤدي اصطدام بعض السفن والقوارب بالشعاب المرجانية إلى حدوث تخريب جزئي أو تام لها، ومعلوم أنها تشكل مورداً سياحياً ذا أهمية في العديد من بلدان العالم.

مع الزيادة المطردة في حجم التجارة العالمية، فقد تنامت صناعة السياحة أيضاً بحيث وصلت معدلاتها إلى نحو 8٪ سنويًا. ويكفي علماً بأن بعض السفن السياحية تسع لما يزيد عن 5000 شخصاً وتُلقي في أسبوع واحد 210 ألف جالون من مياه الصرف الصحي بما تحتوي هذه المياه من البكتيريا الضارة والفيروسات

والطفيليات المعوية. هنالك يؤدي – أيضاً – ازدياد المغذيات النباتية في مياه الصرف الصحي كالنتروجين والفوسفور إلى انتشار الطحالب في المياه، فتنخفض نسبة الأكسجين في المياه مما سيؤدي إلى هجرة الأسماك والاخلال بالتنوع البيولوجي.. فضلاً عن حوالي مليون جالون من المياه المحتوية على المواد الملوثة المتنوعة، بما في ذلك القولونيات البرازية والمنظفات والزيوت والشحوم والمعادن والمركبات العضوية والهيدروكربونات النفطية والمواد والمخلفات الغذائية والنفايات الطبية!! **كما أنه:**

- ✓ تلقي السفن السياحية نحو 37 ألف جالون من المياه الملوثة بالزيوت..
- ✓ تلقي السفن السياحية نحو 8000 طن/ سنه من النفايات الصلبة..
- ✓ ملايين الجالونات من مياه الموازنة التي قد تحتوي على أنواع أحيائية غازية، والنفايات السامة الناتجة عن التنظيف الجاف..

وهناك خمسة أنواع من التلوث البحري الكيميائي بناء على نوع هذا التلوث، هي كما يلي:

أولاً: التلوث البحري بالمعادن الثقيلة:

ازداد تعرض الإنسان لأضرار المعادن الثقيلة من جراء الزيادة المفرطة فى استخدامها فى الحياة اليومية، حيث زاد من انتشارها فى معظم دول العالم الصناعية بالأخص، وحيث أن عمليات إذابة وتنقية المعادن أدخلت الى البيئة تلوث الماء والهواء. ومع أن ذلك كان محصوراً على أماكن محدودة فى بادىء الأمر إلا أنه بدأ يتخطى هذه الحدود منذ زمن بعيد.

معظم العناصر الثقيلة السامة تُرمى في البحار والمحيطات للتخلص منها، ومن أهم هذه العناصر الزئبق؛ الرصاص؛ الكادميوم؛ الزنك؛ المنجنييز؛

الموليبدنيوم؛ النيكل؛ السيلينيوم؛ وبالرغم أن بعض هذه العناصر تُعتبر مكونات أساسية لحياة الكائنات إلا أن كميتها الزائده تجعل منها عناصر سامة.

تُعرف المعادن الثقيلة بأنها "تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافة الماء (اكثر من 5 ملجم/ سم مكعب) ولها تأثيرات سلبية على البيئة عند الإفراط في استخدامها، كما تؤثر على صحة الإنسان والحيوان والنبات".

تحتوي مياه البحار والمحيطات على أنواع كثيرة من المكونات الكيميائية ويتفاوت تركيز تلك المكونات ما بين الغنية والوفيرة (مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والكلوريد والبيكربونات وغيرها..)، والمتوسطة (مثل الأملاح المغذية التى تشمل أملاح الفوسفور والنيتروجين والسيليكون) والنادرة أو الشحيحة (أهمها المعادن الثقيلة). وترجع خطورة تواجد المعادن الثقيلة فى المياه رغم تراكيزها القليلة إلى أنه يمكن ان تتراكم داخل جسم الإنسان بشكل أسرع من انحلالها خلال عملية التمثيل الغذائي. ومن هنا يمكن تقسيم المعادن التي تتعامل مع جسم الإنسان من خلال غذاءه (بما فيه الأسماك وأطعمة البحر كالمحار والقشريات) إلى ثلاثة انواع هامة، **هي:**

1. **معادن خفيفة**.. وهي هامة جداً لحياة الإنسان ولابد أن يتناولها يومياً في غذاءه وبكميات مناسبة، مثل (الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم)..
2. **معادن انتقالية**.. وهي عناصر هامة جداً ولكن بتركيزات صغيرة نسبيا وزيادتها في جسم الأنسان تمثل خطرا وتعتبر سامة، مثل (الحديد والنحاس والكوبالت والمنجنيز)..
3. **معادن غير مرغوب فيها**.. وتواجدها فيَ جسم الإنسان حتى ولو بتركيزات ضئيلة جداً تٌعد سامة وخطيرة، مثل (الزئبق والرصاص والكادميوم)..

ومن أبرز الأمثلة لهذا النوع من التلوث ما يحدث للبحر المتوسط نتيجة لإتصاله بالبحار الأخرى التي يزداد فيها تركيز المعادن الثقيلة، مما أدى إلى تلوثه بهذه المعادن، فمثلاً نجد في البحر الأدرياتيكي – وهو بحر ثانوي متصل به – أن تركيز الرصاص قد بلغ نحو جزء بالمليون، وأن هناك 3600 طناً من الفوسفات و100 طناً من الزئبق و3800 طناً من الرصاص تُلقى به سنوياً، علماً بأن الزئبق يصل إلى نسبة خطرة في الطعام البحري الذي يتم صيده لاسيما من الشواطيء الفرنسية والإيطالية.

والجدول التالي يوضح التركيزات الطبيعية للمعادن الثقيلة فى البيئة البحرية والتي يُعد تجاوزها حالة من حالات التلوث البحري (مقدرة بالميكروجرام لكل لتر حسب بيانات اليونسكو)..

المعدن	التركيز (ميكروجرام / لتر)
الكروم	0.05
الزئبق	0.03
الكادميوم	0.10
الرصاص	0.03
الحديد	2.00
الكوبالت	0.02
النيكل	2.00
النحاس	2.00
المنجنيز	0.20
الألومنيوم	2.0
الزنك	10.00

وفيما يلي شرح موجز لأخطار أهم المعادن الثقيلة فيما يخص التلوث البحري...

1- الزئبق:

لم يكن ينظر للزئبق على أنه من العناصر الثقيلة الخطرة التى تحدث تلوثاً، ولكن فى أواخر الخمسينيات من القرن الماضي ظهرت بعض حالات تسمم بالزئبق فى اليابان. وقد نتج هذا التسمم من تناول بعض الأطعمة البحرية التي تحتوي علـــى تركيزات عالية من الزئبق. وهناك العديد من المركبات اللاعضوية لأيـــون الزئبـــق الثنائي الأكسدة غير القابلة للذوبان، إلا أن بعض المركبات العضوية الفلزيـــة مثـــل **(مثيل الزئبق)** تذوب فى المحاليل المائية فتتميز بالثبات مما يمثل خطورة كبيـــرة.. ففي عام 1970م وُجد الزئبق بمستويات عالية فى الأسماك التي تم الحصول عليهـــا من بحيرة **(سانت كلير)** الواقعة بين متشيجان في أمريكا وأونتاريو في كندا، وقد دفع ذلك إلى إجراء دراسات موسعة حول كيميائية الزئبق. وأشـــارت النتـــائج إلـــى أن الزئبق يرتبط بمجموعة المثيل بفعل البكتيريا اللاهوائية الموجودة فـــى الترســـيبات المختلفة، حيث أن المركب المتكون يزداد تركيزه في الأنسجة الدهنيـــة للأســـماك. ويصل الزئبق إلى البحار والأنهار والمسطحات المائية بعدة طرق؛ أهمها ضمن مياه الصرف الناتجة من المصانع الكيميائية.. ويمكن أن يصل عنصر الزئبق إلى الإنسان من خلال صناعات الورق والترمومترات الزئبقية والتعامل مع عيـــادات الأســـنان. ويقوم عنصر الزئبق بمهاجة خلايا المخ والكلى، مما يسبب إحساساً - دائماً - بطعم معدني في الفم، وقيئ، وصداع، وتدمير لخلايا المخ، وعمى، ودوخة مستمرة.

2- الرصاص:

يُعتبر الرصاص سم خطير يتجمع في الجسم، وتُعتبر عمليات الصهر والدخان الصادر من السيارات من المسببات المؤدية إلى التسمم بالرصاص. ويوجد الرصاص في حالة ثنائية الأكسده Pb^{+2}، ويمثل راشح الرصاص من الحجر الجيرى وكبريتيد الرصاص الطبيعي وكذلك أنابيب الرصاص القديمة إضافة إلـــى مـــا يـــتم

طرحه من المخلفات الصناعية والصواهر المعدنية والسيارات هي المصادر الرئيسية للرصاص الموجود في الطبيعية. وقد يزداد تركيز الرصاص في الهواء الجوي مما يؤدي إلى تساقطه على المسطحات المائية مثل البحار وغيرها، وهكذا يتركز في البيئة البحرية. كما أن مياه التوازن التي يتم إلقاءها من ناقلات البترول تعد من ضمن المصادر التي تؤدي إلى زيادة تركيز الرصاص في مياه البحار بالإضافة إلى تسرب النفط لمياه البحر. كل هذه الطرق تؤدي في مجملها الى زيادة تركيز الرصاص في البيئة البحرية. ومما يؤدي – أيضاً – إلى زيادة الرصاص في البيئة؛ صناعات البطاريات، وإضافة الرصاص إلى الوقود كمحفز لعملية الحرق، واستخدام ألواح الرصاص في أجهزة الأشعة بالمستشفيات كواقي، وفي صناعة الأقلام الرصاص، والمبيدات. وقد يهاجم الرصاص العظم والمخ والدم والكلى والغدد في جسم الإنسان، مما يسبب فقدان الشهية، وفقدان الوزن، والتوتر، وارتفاع ضغط الدم، وإختلال وظائف الكلى، وإلتهاب المفاصل.

3- الكادميوم:

يُعد الكادميوم من العناصر الواسعة الإنتشار في القشرة الأرضية، فبعضه يُشتق من المصادر الطبيعية للكادميوم، وبعضه يشتق من المصادر الصناعية؛ فهو واحد من أكثر المعادن سمية. وبصورة أساسية يُعتبر الكادميوم مصاحباً لعنصر الزنك، إذ يتم الحصول عليه تجارياً كناتج ثانوي أثناء صهر الزنك. وعنصر الكادميوم يسبب أضراراً بيئية وفسيولوجية حيث أنه مادة سامة وخطرة لجميع الأحياء بسبب تشابه مواقع ارتباطه في الخلايا مع مواقع ارتباط عنصر الخارصين. يدخل الكادميوم في صناعة البطاريات الجافة الواسعة الانتشار في هذه الأيام، نظراً للاستخدام الواسع لأجهزة الإتصال والأجهزة الإلكترونية الحديثة (الموبيل واللاب توب والآى باد والكاميرات الرقمية... الخ)، وفي صناعات البلاستيك أيضاً،

والأسمدة وزيوت المحركات. وعند تواجد الكادميوم في جسم الإنسان فإنه يهاجم خلايا الكبد والكلى والرئة والمخ والمشيمة عند السيدات الحوامل، وبالتالي قد يتسبب فى أعراض مرضية كثيرة مثل: الدوخة والقيئ، وصعوبة بالتنفس، وأمراض الرئة، وفقدان لحاستيي التذوق والشم، بالإضافة إلى هشاشة العظام.

4- النحاس:

هناك العديد من المصادر الهامة لعنصر النحاس فى البيئة البحرية حيث تنقل الأنهار إلى البحار حوالي 325 ألف طن من النحاس سنوياً، وذلك كنتيجة لعمليات التعرية للصخور الغنية بالنحاس. ويُعد النحاس من العناصر الضرورية لمعظم الكائنات الحية بتركيزات صغيرة؛ إذ يدخل في تركيب الصبغة التنفسية **(الهيموسيانين)**، كما يدخل في فعاليات إنزيم **(سيتوكروم أوكسيدز)**، وبذلك يعتبر النحاس أحد المكونات الغذائية الأساسية. وتعتبر صورة النحاس الثنائية الاكسدة Cu^{+2} هى الأكثر شيوعاً على الرغم من أن الصورة الأحادية Cu^{+1} أو الثلاثية Cu^{+3} يمكن أن تكون موجودة، ولكن فى ظروف خاصة. ولأن النحاس يُستخدم في صناعة الطلاء التي يتم استخدامه في طلاء السفن، وذلك لحمايتها من التآكل ومنع التصاق القشريات عليها فضلاً عن الأنشطة البشرية المتعددة والنفايات السائلة والصلبة التي تُلقى في البحار. ويترتب على زيادة تركيز النحاس إلى تراكمه فى الكبد. وتزداد خطورة النحاس في وجود إحدى عناصر الزنك أو المولوبيدنم والكبريتات. ويتم التعامل المباشر لمركبات النحاس مع الإنسان من خلال الكيماويات المستخدمة في حمامات السباحة، وتصفيف الشعر، والمبيدات الحشرية، وحبوب منع الحمل. وقد تؤدي زيادة النحاس في جسم الإنسان إلى أعراض كثيرة منها؛ الإسهال وارتفاع ضغط الدم، والغثيان، وأمراض الكلى، وضعف الجهاز العصبي. وكما أن النحاس مهم لجسم الإنسان بكميات صغيرة فإن نقصه يؤدي إلى ضعف فى قدرة

خلايا الدم البيضاء على مقاومة العدوى. كما أن للنحاس دور أساسي في تلوين الشعر والجلد، وله علاقة بالإحساس والتذوق، ومطلوب جداً لمفاصل وأعصاب سليمة.

5- الكروم:

يوجد عنصر الكروم فى الطبيعة بكميات نادرة، وغالباً ما يوجد في صورة مركب الكرومايت، ويتواجد عنصر الكروم في ثلاث حالات أكسدة شكلية هي: الثنائية (Cr^{+2})، والثلاثية (Cr^{+3})، والسداسية (Cr^{+6}). ويعتبر الكروم واحداً من أقل المعادن الثقيلة سمية مع الأخذ فى الإعتبار أن سمية الكروم السداسي التأكسد تعادل مائة ضعف سمية الكروم الثلاثى التأكسد. وتتجلى عظمة الخالق عند تحويل الكروم السداسي التأكسد (الشديد السمية) إلى كروم ثلاثى الأكسدة (الأقل سمية)، وذلك بمجرد وصوله إلى المعدة بفعل عصارة المعدة (حمض الهيدروكلوريك)؛ والذي يمتص بنسبة أقل من 1% فى الجسم. ويُعتبر الكروم السداسى عاملاً مؤكسداً قوياً، ومن ثم فهو عامل مسبب للسرطان. كما أن الحالة الثنائية الأكسدة للكروم قد تتأكسد بسهولة وتتحول إلى الحالة الثلاثية الأكسدة التي تكون أكاسيد غير ذائبة، وفي هذه الحالة تترسب في المياه الطبيعية، وقد لا تسبب أي أضرار للكائنات الحية البحرية. وتُستخدم أملاح الكروم على نطاق واسع فى العمليات الصناعية المختلفة. وتكمن خطورة الكروم في أنه يخترق الخلايا بسهولة لسلاسة تشربه فيعمل على تحطيم الحامض النووي، ويُعد من أكثر العناصر تهديداً للبيئة لانتشاره الواسع في صناعات الكمبيوتر إذ تزن الأدوات البلاستيكية التي تحتوي على الكروم نحو 13.8 رطلاً في الكمبيوتر، ونحو 26% من هذه المواد البلاستيكية تحتوي على كلوريد البوليفينيل.

6- الكوبالت:

الكوبالت عنصر نادر الوجود في الطبيعة، حيث تشكل نسبته حوالي

0.004% من القشرة الأرضية. ويتواجد في الحالة المؤكسدة على صورتين الثنائية Co^{+2}، والثلاثية Co^{+3} وتتأكسد الحالة الثنائية الأكسدة بسرعة إلى الحالة الثلاثية الأكسدة فى المياه التي تحتوي على نسبة عالية من الأكسجين الذائب، لذا فهو موجود- دائماً - على الصورة الثلاثية التي تتحلل، وبالتالي يتواجد بتركيزات منخفضة جداً. والكوبالت ضروري لجسم الإنسان، ولكن بكميات ضئيلة جداً، فالكوبالت جزء من تركيب فيتامين (ب 12) الذي يلعب دوراً مهما في بناء جسم الإنسان. كما يُستخدم الكوبالت كعلاج لفقر الدم لأنه يزيد من انتاج خلايا الدم الحمراء. أما سمية الكوبالت فهي منخفضة جداً بالمقارنة بالعديد من المعادن الثقيلة الأخرى، وقد تسبب التعرض لتركيزات عالية منه إلى آثار صحية على الرئة، وقد يسبب الربو والإلتهاب الرئوي. ويدخل الكوبالت في صناعات كثيرة مثل: صناعات السبائك، وصناعات السيارات، والشاحنات، والطائرات.

7- الحديد:

الحديد عنصر شائع الوجود في القشرة الأرضية. ويُعتبر من أقدم المعادن المكتشفة. ويتواجد في الطبيعة فى حاليتن للأكسدة ثنائية Fe^{+2}، وثلاثية Fe^{+3}. وتحتوي المياه الطبيعية على كميات ضئيلة جداً منه. ويرجع السبب في ذلك إلى أن وجوده في حالة التأكسد الثلاثية (الحالة الأثبت) بتركيزات أعلى في المياه التي تحتوي على تركيزات مناسبة من الأكسجين الذائب (مثل الكوبالت) مع قيمة أس هيدروجيني (pH) تقارب التعادل. ويُعتبر الحديد عنصراً غذائياً هاماً وهو غير سام عندما يكون بتركيزات معقولة، إذ يساعد على انتقال الأكسجين في الدم لأنه نواة مركب الهيموجلوبين المسئول عن نقل الأكسجين لخلايا الجسم. ومعلوم أن الحديد هو الفلز الأكثر استخداماً في الصناعة.

8- الزنك (الخارصين):

يُعد الزنك (أو الخارصين) من العناصر الصغرى الضرورية للانسان، وقد يدخل هذا العنصر للمياه الطبيعية نتيجة لغسل بعض المعادن الخام مثل كبريتيد الزنك والشونيت أو نتيجة انفصال الزنك من الأنابيب المجلفنة أو من عمليات التعدين. والحد المسموح به للزنك عالمياً هو 5 مليجرام لكل لتر. ويعتبر ذلك من أعلى الحدود المسموح بها بين المعادن الثقيلة الموجودة في المياه. والزنك كالعناصر المغذية الأخرى (الحديد والكوبالت) في غاية الأهمية لصحة الإنسان، وإن نقصانه إنما يؤثر على كثير من حواس الإنسان، مثل؛ الشم والتذوق وفقدان الوزن، بل ويمكن أن يحدث تشوهات خطيرة بالأجنة. أما زيادة نسبته في الجسم فتصيب الإنسان بإضطرابات في المعدة وارتفاع في درجة الحرارة وفقر الدم الحاد وضعف العضلات وتلف بالأعصاب. هذا.. ويتواجد الزنك في الجسم بصورة طبيعية ما بين (2 – 3 جرام في الجسم)؛ ليساعد جهاز المناعة على مقاومة الأمراض. بينما يتواجد أعلى تركيز للزنك في العين والكبد والعظام والبروستاتا والشعر والسائل المنوي، ويدخل بشكل أساسي في التمثيل الغذائي، ويساهم في تركيب وعمل أكثر من سبعين إنزيماً!!

9- النيكل:

النيكل مثل الكوبالت لا يوجد بكميات كبيرة في البيئة المائية، إذ يشكل نحو 0.01 % من القشرة الأرضية، ويتواجد على صورة حالة مؤكسدة واحدة فقط (Ni^{+2}). ويوجد النيكل بتركيزات منخفضة في البيئة المائية كناتج عن غسل التربة من خامات المعادن مثل خامات بنتالانديايت. وتزداد تركيزات النيكل في المياه الطبيعية بسبب وجوده بنسبة عالية في المخلفات الصناعية التي يتم صرفها مباشرة للبيئة المائية. ويبلغ متوسط تركيزه في المياه السطحية حوالي 19 ميكروجرام لكل

لتر. ويُعد النيكل من العناصر اللازمة بتركيزات قليلة جداً لجسم الإنسان فى أعضاء الجسم المختلفة، لاسيما في أنسولين البنكرياس، كما أن له علاقة قوية بانتاج الخلايا بجسم الإنسان. والزيادة في تركيز عنصر النيكل قد يؤدي إلى التهاب الرئة، وتلف فى تجويف الأنف، وإذا تعرض الإنسان لجرعات عالية من النيكل لفترة طويلة قد يؤدي إلى السرطان.

10- المنجنيز:

المنجنيز معدن شائع في استخداماته، ويوجد في كل مكان على سطح الأرض (اليابسة والماء)، ومثله مثل الحديد والكوبالت والزنك ؛ ضروري لحياة الإنسان بكميات قليلة، أما الزياده منه فتؤدي إلى تسمم الإنسان. أما التركيزات العالية منه فقد تؤدي إلى إعاقة وإصابة الجهاز العصبى، وإلى الضعف العام، والنوم، وإضطراب المشاعر، وتكرار الشد العضلي، والشلل، والإلتهاب الرئويى، وعدوى الجهاز التنفسي. وقد ثبت أن مركبات المنجنيز من العوامل التي تساعد على اصابة الإنسان بالأورام السرطانية. أما نقص معدلات المنجنيز في جسم الإنسان تعرضه لأضرار صحية مثل؛ السمنة، والتجلطات الدموية، ومعدلات منخفضة من الكوليسترول، وإضطراب الهيكل العظمي، وتغير لون الشعر.

11- الألومنيوم:

الألومنيوم من المعادن الإنتقالية المستخدمة على نطاق واسع في حياة الإنسان اليومية. ويتواجد في القشرة الأرضية بنسبة عالية. وعلى الرغم من أن الألومنيوم لا يُعتبر من المعادن الثقيلة – بل من المعروف عنه أنه عنصر بريء – إلا أنه عند التعرض له بكميات وتركيزات عالية يكون ضار جداً بصحة الإنسان؛ فقد يسبب مخاطر كبيرة عند التعرض له فترات طويلة منها؛ اضطرابات في الرئة، وتليفها، وفقدان الذاكرة، وعدم القدرة على الانتباه، مع الإرتجاف الحاد!!

في النهاية يمكن تلخيص ما سبق في أن بعض المعادن الثقيلة ضرورية للحياة لو أستخدمت بكميات ضئيلة جداً، ولكنها تكون سامة إذا وصل تركيزها لمستوً عالٍ في الجسم مما يجعلها تصبح بعدها قادرة على التدخل فى نمو الخلايا.. **هذا، ويحدث التسمم بالمعادن الثقيلة عندما:**

1- تدخل الجسم كمركب بيوكيميائى غير ذائب..

2- تدخل الجسم بتركيزات منخفضة على مدى طويل مما يؤدي إلى تراكمها..

3- تدخل الجسم بتركيزات عالية..

وفيما يلي بعض المعلومات العامة عن تعاملات الإنسان اليومية مع المعادن الثقيلة...

- يحتوى معسل الشيشة مثلاً على:
  - ✓ 540.77 مليجرام /كجم حديد..
  - ✓ 778.19 مليجرام /كجم منجنيز..
  - ✓ 764.17 مليجرام /كجم زنك..
  - ✓ 3.3 – 5.5 مليجرام /كجم رصاص ونحاس وكروم..
  - ✓ قليل ولكن أعلى من الحد المسموح به من: كادميوم وكوبالت ونيكل..
- تحتوي السجائر على نسبة ليست بقليلة من الرصاص..
- تحتوي جميع صبغات الشعر على مادة خلات الرصاص والكبريت بنسب عالية..
- يحتوي وبر الجمل على أعلى نسبة من الرصاص مقارنة بصوف الماعز والخراف..

والجدول يعرض الحدود المسموح بها دولياً للمعادن الثقيلة في مياه الشرب بالميكروجرام/لتر...

المعدن	أمريكا	اليابان	روسيا	أوربا	أستراليا
الكادميوم	10	–	10	10	10
الكروم	50	50	100	50	50
النحاس	1000	10000	100	50	10000
الرصاص	50	100	100	100	50
الزئبق	–	1	5	–	–
الزنك	5000	100	1000	5000	5000

وأما الجدول التالي فيوضح كميات المعادن الثقيلة بالميكروجرام/لتر في مياه صرف بعض الصناعات في مصر...

المصنع	نحاس	كروم	زنك	كادميوم
تصنيع اللحوم	150	150	460	11
تصنيع الأسماك	240	230	1590	14
المخابز	150	330	280	2
تصنيع البيرة	410	60	470	5
مياه غازية	2040	180	220	3
آيس كريم	2700	50	110	31
صباغة ونسيج	37	820	250	30
مغسلات	1700	1220	1750	134
غسيل سيارات	180	140	920	18

ثانياً: التلوث البحري بالنفط:

تُعد الهيدروكربونات المكون الرئيسي في تكوين النفط (البترول الخام). ومصادر التلوث بها عديدة، **من أهمها ما يلي:**

- ✓ حوادث انكسار وارتطام ناقلات النفط في البحار والمحيطات..
- ✓ انتاج النفط من تحت سطح البحار..
- ✓ احتمالات انفجار آبار النفط والذي لا يمكن السيطرة عليه إلا بعد تسرب كميات هائلة من النفط..
- ✓ انسياب النفط والمواد النفطية الثقيله من تشققات طبيعية لا دخل للإنسان فيها، وذلك من خلال عوامل عديدة منها – مثلاً – انفجار البراكين..
- ✓ عمليات التنظيف الدوري لناقلات النفط وإزالة الترسبات منها حيث تتم هذه العملية على البحر مباشرة وترمي النفايات فيه..
- ✓ تسرب النفط من موانيء تحميل وتفريغ النفط الخام، وكذلك من ورشات تصليح السفن في الموانيء..
- ✓ المواد النفطية والدهنية المقذوفة مع المياه الصناعية من وحدات تكرير النفط والمؤسسات الصناعية المختلفة..
- ✓ يمكن أن تصل مشتقات النفط إلى البحار من خلال وقود السيارات ومداخل ومصافي النفط حيث تنتقل عبر الهواء ومياه الصرف الصحي إلى المياه البحرية..

ويعرض الجدول التالي لكميات النفط بالاف الأطنان نسبةً إلى مصدرها كميات النفط المتسربة إلى البحر في عام 1975م...

المصدر	الكمية (ألف طن)	النسبة المئوية (%)
عمليات تحميل وتفريغ وتنظيف الناقلات العملاقة	800	24,8
عمليات تحميل وتفريغ السفن الناقلة الصغيرة الأخرى	700	21,7

عمليات انتاج النفط تحت سطح الماء	160	4,9
عمليات تكرير النفط والصناعات البتروكيماوية	450	13,9
التسرب من العمليات الصناعية المختلفة	825	25,4
حوادث انكسار الناقلات وانفجار الآبار المنتجة تحت سطح الماء	300	9,2
المجموع الكلي	**3235**	**100,0**

وعند وصول الهيدروكربونات إلى المياه البحرية تخضع لمجموعة تحولات كيميائية وحيوية تتوزع وفقاً لخصائصها الفيزيائية والكميائية تجعلها تتوزع إلى ثلاثة أطوار، **كما يلي:**

1. **الطور البخاري..** ويضم الجزيئات ذات الوزن الجزيئي المنخفض ودرجات غليان منخفضة..
2. **الطور المنحل..** ويضم جزيئات متوسطة الوزن الجزيئي وذات قطبية عالية نسبياً..
3. **طور الجزيئات الضخمة..** والذي يشكل طبقة زيتيه غير منحلة..

وتؤدي مجموعة التحولات السابقة بما تحتويه من أكسدة بيولوجية وكيميائية وامتزاز على سطوح الجزيئات العضوية وغير العضوية وترسيب وتبخر إلى تغيير في محتوى المياه الطبيعية من الهيدروكربونات تبعاً للشروط المناخية، والخصائص الهيدرولوجية والبيولوجية للمياه. **ومنها أن انتشار النفط يشكل بقع كبيرة على سطح المياه مسبباً ما يلي:**

- ✓ حجب أشعة الشمس والتأثير على عملية التركيب الضوئي خصوصاً إذا كانت البقعة راكدة في سكون الرياح..
- ✓ منع خروج الغازات والتأثير على كمية الأكسجين المذاب في المياه..

- ✓ تسمم الإسماك والطيور عندما تتغذى عليه..
- ✓ الالتصاق بالإحياء المائية والطيور مما يؤدي إلى هلاكها..
- ✓ التأثير على الحياة في قاع المحيط عند نزوله إلى الأسفل بفعل زيادة وزنه..
- ✓ التدمير الكبير للسواحل، وقتل النباتات المفيده الموجودة في المياه الضحلة الموجودة بالقرب من هذه البقع النفطية..

وقد توجد تأثيرات للهيدروكربونات المشبعة على الأحياء البحرية الصغيرة سن خلال ما تسببه من تلف للخلايا، ومن ثم الموت في الأطوار الأولى من حياتها.. كما تؤثر الهيدروكربونات الأروماتية الأحادية الحلقة، والتي قد يوجد بعضها بتركيز مرتفع نسبياً في النفط المنسكب على معظم أشكال الحياة البحرية، وتسبب تسمماً حتى للإنسان. وتؤثر المركبات الأروماتية الثنائية والثلاثية الحلقة بسميتها العالية على الأسماك حيث تموت إما مباشرة بعد تعرضها لها، أو بعد ساعات.

أما بالنسبة للتأثيرات البعيدة المدى للهيدروكربونات فيمكن أن نعددها فيما يلي:

- ✓ إحداث إرباك في الاشارات الكيميائية للأحياء البحرية حيث تعطي بعض مركبات الهيدروكربونات إشارات مخطوؤة للكائنات الحية التي تستخدم الاشارات الكيميائية للتفتيش عن غذائها وفرائسها..
- ✓ معظم المركبات الهيدروكربونيه الملوثه لغذاء الحيوانات البحرية لا تتغير خلال السلسلة الغذائية ؛ لذلك سوف تتراكم في جسم الحيوان (مثلD.D.T) مثلاً.. وبما أنها تمثل جزء من غذاء الإنسان فأنها ستكون الرائحة غير مقبولة ناهيك عن احتمالاتها السمية..
- ✓ احداث زيادة في قابلية أجسام الأحياء البحرية لتراكم السموم فيها مثل مبيدات الحشرات حيث أن هذه المركبات النفطية التي تدخل في أجسامها وتتراكم فيها

تُكون وسطًا جيدًا لامتصاص مبيدات الحشرات وابقائها في الحيوان بنسب أعلى بين المركبات النفطية والمبيدات وتكون النتيجة؛ إما موت هذا الحيوان، أو وسطاً جيداً لنقل هذه السموم إلى الإنسان خاصة إذا كانت جزءً من غذاءه..

✓ ذوبان جزء كبير من النفط بعد استكشافه، وترسيب جزء كبير منه إلى القاع، والذي يحدث بعد فقدان الأجزاء ذات الطور البخاري؛ وتلعب بعض الميكروبات البحرية التي توجد في مياه البحر وعلى السواحل دوراً كبيراً في أكسدة هذه المكونات وذوبانها؛ وقد تلعب دوراً كبيراً في التخلص منه، لكن تكون المشكلة إذا كانت المكونات الذائبة سامة..

من الملاحظ أن عمليات نقل النفط العادية تؤدي إلى تسرب أكثر من 800 ألف طن في السنة بسبب ملىء ناقلات النفط بعد تفريغها من حمولتها بماء البحر في أثناء عودتها إلى ميناء التحميل حيث تفرغ الناقلة من ماء البحر الذي يكون ملوثاً بكميات كبيرة من النفط ثم يتم تحميلها ثانية، وهكذا تُعاد العملية في كل مرة، وبالرغم أن هذا ممنوع في الكثير من الدول، لكن من الصعب السيطرة، وتطبيق التعليمات في عرض البحر خاصةً وأنه يتم التفريغ قبل الوصول إلى الميناء.

وتؤدي عمليات تنظيف السفن الأخرى (الناقلات الصغيرة) إلى إلقاء أكثر من 1700 طن من النفط، كما تسهم عمليات الانتاج من تحت البحر، وعمليات تكرير النفط والصناعات البتروكيماوية إلى تسرب كميات عالية من النفط.

يمر عبر البحر المتوسط نحو 30% من حركة مرور سفن العالمية وعليه فتنقسم الأنشطة الإقتصادية المتعلقة بالنفط إلى جزء شمالي مستهلك (يتمثل في أوروبا) يطرح حوالي 65% من جملة التلوث النفطي الإجمالي، وجزء جنوبي منتج للنفط يلوث بنسبة 35% من التلوث النفطي؛ كناتج عن حركة مرور الناقلات النفطية وتفريغ الرواسب الزيتية والحوادث البحرية ومصافي النفط وكذلك التنقيب عن النفط

في البحر. وتبعا لتقارير برنامج الأمم المتحدة للبيئة (**UNEP**)، فإن السفن قد رمت أكثر من مليون طن من النفط الخام.

فعلى سبيل المثال حادثة (**توري كانيون**) وحدثت على شواطيء كورنوول في إنجلترا عام 1967م عندما إرتطمت ناقلة نفط عملاقة ببعض الشعاب المرجانية، وقد أطلقت 120 ألف طناً من الزيت مما أدى إلى تلوث النظم البيئية في شواطيء تلك المنطقة وقد لوثت مساحة كبيرة بامتداد 320 كيلومتراً على الشواطيء الغربية والجنوبية وقد تكلفت عملية الإنقاذ 2.5 مليون جنية إسترليني.. وقد أستخدمت كمية كبيرة من المذيبات، كل هذا لإخفاء التلوث الظاهري خوفاً من حريق المدن على الساحل.

وحادثة (**سانتا باربرا**) وقد حدثت على شواطيء كاليفورنيا عام 1969م عندما تسربت عشرة الآف طناً من الزيت الخام من بئر بحري محدثة تلوثاً ضخماً للشواطيء دمر المنتجعات والحياة البحرية المرتبطة برمال شواطيء المحيط الهاديء هناك.

وفي عام 1978 وقعت حادثة أكبر في الناقلة (**أموكو كاديز**) عندما تأثرت عدة كيلو مترات من سواحل شمال فرنسا حيث إنساب النفط في بحر الشمال.

وفي عام 1979م إنفجرت بئر نفط بحرية استكشافية حفرتها شركة النفط الوطنية المكسيكية على بعد 80 كيلومتراً من ساحل خليج كامبيتش وإندفع منها 475 ألف طن من النفط الخام إلى البحر قبل أن يتم إغلاقها بعد 290 يوماً وقد جرفت معظم البقع النفطية في حين تولت أشعة الشمس تبخير جزء منها وإستقرت كميات منها في قاع البحر وقد وصل حوالي واحد بالمئة من البقع النفطية إلى سواحل ولاية تكساس ووصلت نسبة 6% إلى الجزر المجاورة ولوثت شواطئها وأثرت على الثروة السمكية والنباتات المائية.

وخلال عام 1980م تسرب النفط من الأنابيب إلى الخليج العربي بمقدار ألف طناً وتكرر ذلك في السنوات اللاحقة كما أن بقع النفط تهدد الحياة البحرية في العالم كما هو في بيئة منطقة الكاريبي المعروفة بتلوث سواحلها وأخرها انفجار بئر **(نيوهوريزون)** فى خليج المكسيك عام 2010م.

ثالثاً: التلوث البحري بالمبيدات:

في مطلع السبعينيات أثبت العلماء أن ما يقرب من 98% من عينات الأسماك والأصداف والقشريات في البحر المتوسط تحتوي على رواسب أساسها المبيدات الحشرية، وأن تجمعها في عرض البحر أقل منه في الأجزاء البحرية الساحلية. وتكمن صعوبة دراسة التلوث الكيميائي في صعوبة الحصول على المعلومات المتعلقة بالفضلات الصناعية بسبب الأسرار الصناعية؛ أو المخاوف الخاصة بالملاحقات القانونية التي قد يتعرض لها المسئولون عن هذا التلوث. كما أن عدد المواد الكيماوية الخاصة بفضلات مصنع واحد قد يكون كبيراً جداً، كما يمكن أن تكون هذه المواد التي ستصبح في النهاية جداً سامة موجودة فقط بكميات ضئيلة جداً. وهنا سوف نتعرض لأشهر ملوثات البحار الكيميائية كنموذج على التلوث البحري الكيماوي، ألا وهي الهيدروكربونات المكلورة.

الهيدروكربونات المكلورة:

تُعد مركبات هيدروكربونية تحتوي على كلور وتبلغ فترة النصف لها إلى 10 سنوات ليحدث لها عملية الأنحلال البيولوجي، وتُستخدم هذه المركبات في مبيدات الحشرات العضوية المكلوره، **ومن أهم مركباتها:**

1. مادة ثنائي الفينيل متعدد الكلور أو بي سي بي **(P.C.P)**..
2. مادة الـــ دي تي تي **(D.D.T)**..

وتدخل كلا المادتين السالفتين في تركيب مبيدات الحشرات والآفات الصناعية والزراعية؛ كما تستخدمان في صناعة المواد البلاستيكية كعازل كهربائي ملون؛ وفي تركيب العديد من الدهانات وحبر المطابع كعنصر مساعد. وتكمن خطورة الهيدروكربونات المكلورة في أنها لا تذوب في الماء، ولا تغوص إلى الأعماق؛ بل تطفو على سطح الماء فتمتصها الأحياء السطحية، كما أنها تجذب إليها ما طفح من النفط من البقع النفطية وكريات القار التي تنتشر عليها بعض الأحياء المائية مثل الديدان وبراغيث البحر والجمبري؛ وعند مهاجمة الأسماك لهذه الأنواع من الأحياء المائية فأنها تلتهمها ملوثة بالمواد السامة. وتصل هذه المركبات إلى البحار والمحيطات كنتيجة لإلقاء الفضلات الصناعية السائلة مع البقايا المحتوية على مواد بلاستيكية إما إلى البحار مباشرة، أو إلى الأنهار التي تصب في البحار والمحيطات. كما قد تنتقل إلى البحار أيضًا عن طريق مياه الأمطار نتيجة تلوث الهواء بإحتراق المنتجات التركيبية في المزابل؛ وكذلك عند استخدامها في المدن الساحلية؛ مثلاً في رش الطرق حيث تقوم مياه الصرف الصحي بصرفها إلى البحر أو المحيط المجاور إما مباشرة أو عبر وسيط مائي. الجدير بالذكر أن مخلفات المبيدات الزراعية تبقى في الأرض الزراعية لمدة طويلة قد تصل إلى 20 عام، وتتراكم عاماً بعد آخر لتصل إلى تركيزات عالية مما يؤدي إلى تسربها إلى البحار عبر مصادر المياه.

تتصف مركبات الفينيل متعدد الكلور (بي سي بي) بسميتها الشديدة؛ إذ تؤثر بشكل عظيم على البيئة التي تظهر فيها وتلوثها بشدة، ولا تتحلل بسهولة، وتظل في الماء لعشر سنوات.. ومثلها تتصف مركبات الــ (دي تي تي) بالثبات الكيميائي، وبتراكمها في مراحل مختلفة من سلسلة الطعام.

وعلمياً ثبت أن هذه المركبات إنما تؤثر على الجهاز العصبي. فمثلا تأثير مركبات الـــ **(دي تي تي)** السام يقترن بتأثيراته على أغشية الجهاز العصبي، كما يتأثر الكبد بدرجة كبيرة إذ تسبب نخراً بؤرياً لخلايا الكبد في الحيوانات، وإن أكثر من 90% من مركبات الـــ **(دي تي تي)** المخزون في جسم الإنسان مستمد من الطعام، وغالباً ما تُقبل نسبة 5 أجزاء من المليون من مركبات الـــ **(دي تي تي)** كحد أقصى للتغذية البشرية؛ أي بما لا يتجاوز 0.005 ملجم لكل كجم من وزن الإنسان حسب توصيات منظمة الصحة العالمية.

على الجانب الآخر، تتواجد المركبات الهيدروكربونية المكلورة في كل الأجسام البحرية أياً كان تمركزها الجغرافي؛ وتوجد في أكثر المياه ابتعاداً عن مراكز النشاط الإنساني خصوصاً في أنسجة بعض الطيور البيلاجية كطيور **(النوء)** التي لا تأتي إلى البر إلا للتوالد حيث تسجل نسباً قد تصل إلى بضعة أجزاء من المليون من الـــ **(بي سي بي)** وحتى 900 جزء من المليون من مركبات الـــ **(دي تي تي)**.

وفي دراسات على كائنات بحر البلطيق سجلت في أسماك الرنكة في بعض الأماكن معدل (6.8) أجزاء من المليون من الـــ **(بي سي بي)**، و17 جزء من المليون من مركبات الـــ **(دي تي تي)** بينما كانت المعدلات في عجول البحر أعلى بخمس مرات تقريباً، وفي عام 1971م اتلفت مؤسسة الغذاء والدواء الأمريكية 350 كجم من سمك المرجان الكاليفورني المحتوي على 19 جزء من المليون نتيجة التلوث بفضلات أحد مصانع المبيدات؛ في حين منعت السويد إستهلاك الزيت المستخرج من كبد سمك الموريو المحتوي على نسب عالية من الـــ **(بي سي بي)**.

وقد لا يكون تأثر جميع الأجناس بهذه الملوثات على النحو ذاته فمثلاً التركيب الضوئي للبلانكتونات النباتية تتأذى كثيراً بمواد مركبات الـــ **(دي تي تي)**

حتى وإن كانت بمقدار قليل كما يبدو أن أجناس القريدس تظهر نسبة عاليه من التاثر وتموت اذا تعرضت لمقدار ضئيل لا يزيد عن 0.01 جزء بالمليون من مركبات الـ (**دي تي تي**)، أما الرخويات والأصداف فتظهر بسرعة بإضطرابات سلوكية وتنحبس مما يمنعها من البحث عن غذائها. وبشكل عام فهي تجمع الهيدروكروبونات المكلورة وتفرزها بصورة أسرع مما تفعله الأسماك. كما أن مبيدات الحشرات قادرة – أيضاً – على إعاقة نمو بيض الأسماك، وهو ما يزال داخل الجيب الجنيني؛ وتصل معدلات تجمع مركبات الـ (**دي تي تي**) في الأعضاء التناسلية لبعض الأجناس إلى عشرة أضعاف، أو أكثر أحياناً من المعدلات الموجودة في بقية الأنسجة مما يمكن أن يفسر إنخفاض معدلات الخصوبة.

في عام 1966م درس العلماء بعناية طائر خطاف البحر على الساحل الهولندي وأظهرت الدراسة أن كبد الطير يحتوي على 4 أجزاء من المليون من الديلدرين وجزء واحد من المليون من التيلودرين؛ وعلى نوعين من مبيدات الحشرات ذات التأثير المساعد أما أسماك الرنكة الصغيرة التي يتغذى عليها فقد كانت هي الأخرى ملوثة بمعدل جزء واحد بالمليون.. ومن هنا تظهر خطورة الهيدروكربونات المكلورة على الحياة البحرية وخطرها على الإنسان من خلال غذاءه حيث تنتقل إلى الإنسان مع الدورة الغذائية مسببة له أضرارًا صحية على المدى الطويل بتراكمها في أنسجة جسمه. ومن أهم هذه الأضرار الصحية؛ أمراض الكبد والسرطان بالإضافة إلى تأثيرها على الكائنات الأخرى، وذلك بإكسابها طعماً غريباً مثل الأسماك والتقليل من أهميتها الإقتصادية. حيث أن 49 ملجم من مادة مركبات الـ (**دي تي تي**) لكل كجم من جسم الإنسان يمكن أن يسبب زيادة في حدوث الأورام في الكبد والرئتين والأعضاء الليمفاوية؛ كما أن 5 – 15 جزءً من هبتاكلور تؤدي إلى السرطان وتلف الجهاز العصبي. ومنها كلوريد الفاينيل مادة

سامة تسبب الإصابة بالسرطان؛ ويُعتبر مركب (**الدايوكسين**) من أشد المواد سمية حيث قد تبلغ حداً مشابهاً لغاز الأعصاب؛ كما يؤدي الأثر السام للدايوكسن والمركبات المماثلة له إلى إصابة بعض الأنسجة الرخوة بأورام خبيثة؛ وقد يحدث التقرحات الجلدية الشديدة أو يؤدي إلى إنجاب أطفال مشوهين وقد يحدث الوفاة.. لذلك تم حظر استعمال هذه المركبات في العديد من الدول، ومع ذلك فما زالت آثارها باقية إلى الآن!!

ومن محتوى تقرير لبرنامج الأمم المتحدة "أن كمية المبيدات العضوية المكلورة، والتي وصلت إلى البحر الأبيض المتوسط تتراوح بين 90-100 طن ومن بين هذه المبيدات؛ مركبات الـــ (**دي تي تي**) و(**بي سي بي**)، وتتركز بمعدلات عالية جداً في الأحياء البحرية على السواحل الفرنسية والإيطالية والأسبانية.

رابعاً: التلوث البحري بالمنظفات:

المنظفات عبارة عن مواد كيماوية تخفف من قوة التوتر السطحي للمياة – مثل الصابون – وتُستعمل لإزالة الأوساخ. كانت المنظفات القديمة في البيئة صعبة التحلل، واستبدلت هذه المنظفات بمنظفات تتحلل بسهوله أكبر، **وتتكون المنظفات بشكل عام من:**

1. **مذيبات:** تشكل 66% من المنظف وتحتوي على 24% مواد آروماتية.. وهي التي تسمح للمادة الفعالة لتختلط مع الأوساخ..
2. **مادة فعالة سطحية:** وتحضر عادة من المشتقات النفطية، وتشكل 15% من المنظف، ويكون دورها في عملية التنظيف حل الأوساخ والدهون من الألياف القماشية..

3. **عوامل منشطة:** وتعمل على حجز الأيونات المسببة للعسرة "أيونات الكالسيوم والماغنسيوم" أي انها تساعد المشتت (المادة الفعالة فى المنظفات) للقيام بدوره تتحلل في الماء، وتعطي محلولاً قاعدياً يساعد أكثر في عملية التنظيف..
4. **مثبتات:** وتشكل 19% من المنظف، وتعمل على منع التآكل ومنع إعادة تراكم الأوساخ ثانية على الملابس..

وتتسرب الملوثات مع مياه الصرف الصحي اذ تشكل المنظفات نسبة معينة من مياه الصرف الصحي المنزلي لبيروت ولبنان وتونس والإسكندرية وطرابلس والجزائر ومرسيليا ونابولي وبرشلونة واللاذقية. ويفيد تقرير الأمم المتحدة أن هناك 60 ألف طن من مواد المنظفات تُلقى سنوياً إلى البحر المتوسط. وفي دراسة أُجريت على الساحل اللبناني ظهرت نتائج تفيد أن هناك تدهور في حجم المغذيات كالبلانكتون والطحالب القاعية والأسماك بسبب هذا التلوث لذلك فإن 14 بلداً متوسطياً على الأقل غير آمن للسياحة، كما أن المحار الذي يُربى على الشواطيء ملوث بالإضافة إلى أن 85% من نفايات حوض المتوسط لا تُعالج.. **أما تأثير المنظفات على البيئة البحرية فهو كما يلي:**

- ✓ تعتبر المنظفات سامة عند تركيز يزيد من 0.1 ملجم في اللتر في مياه البحر بتسبب تاثيرها في خفض قوة التوتر السطحي ونقل المواد الأخرى إلى الكائنات الأخرى في البيئة البحرية. ولكن قد تثبت بعض الكائنات البحرية مقاومة ممتازة لبعض المواد السامة وخصوصًا من 5–100 ملجم في اللتر حيث درست حيوانات بلح البحر التي يمكن أن تعيش تحت هذا التركيز فترة من 4 أيام إلى 5 أشهر دون أن تعوق في وظائفها الحيوية؛ وعند تركيز 0.1 ملجم في اللتر يمكن أن تتغير ألوان بعض النباتات البحرية لتصبح غير مقبولة..

✓ من ناحية المنشط فهو يحتوي على الفوسفور في تركيبه غالباً ثلاثي متعدد فوسفات الصوديوم.. ويعد الفوسفور من المغذيات المهمة للنباتات المائية مما يجعلها تنمو بصورة غير عادية؛ حيث أن نموها يؤدي إلى عدم كفاية الأكسجين المذاب لكافة أشكال الحياة المائية بما فيها الأسماك مؤدياً إلى اختناقها..

✓ يؤدي كثرة استخدام المنظفات إلى تلوث مياه الصرف الصحي التي تصل إلى الأنهار والبحار ويعود جزء منها إلى الإنسان مع مياه الشرب خلال تحلية مياه البحر؛ وقد قدرت الكميات التي تصل إلى الإنسان في بريطانيا مع مياة الشرب بـــ 3 ملجم عام 1980م..

✓ تتلوث المياه بالمنظفات بسبب عدم قابلية المكون النشط السطحي للمنظف للتحلل فمثلاً المفاعل السطحي لالكيل سلفونات البنزين يتكسر بسهولة، ويؤدي إلى تكوين كميات كبيرة من الرغوة على أحواض معالجة مياه المجاري والأنهار، وتصبح المياه ملوثة فتتراكم هذه المنظفات في الأجسام المائية مؤثرة على الكائنات الحية..

✓ إذا زاد تركيزها في الجسم عن تركيزات معينة فأنها تُعتبر مواداً مسرطنة..

خامساً: التلوث البحري بالنفايات الذرية:

يحدث التسرب الإشعاعي من خلال الحوادث التي تحدث في المفاعلات النووية أو بسبب التجارب النووية في البحار، أو من النفايات المشعة التي تتسرب من خزانات الصواريخ والمركبات والأقمار الصناعية التي تصل إلى الأرض ملوثةً الهواء والماء على حد سواء مما أدى إلى إرتفاع نسبة المواد المشعة؛ كما وأن نظائر العناصر المشعة التي تستعمل في الصناعة والزراعة والغبار الذري الذي ينتج أثناء الانفجارات النووية، مما يؤدي إلى تلوث المياه بالاشعاع تاركاً وراءه تأثيرات

خطيرة على الكائنات البحرية كالأسماك، حيث تتراكم هذه الإشعاعات في أجسامها، مما يؤدي إلى إصابة الإنسان بالسرطان نتيجة تناول هذه الأسماك في غذاءه.

نتيجة البحث عن طاقة بديلة لطاقة النفط واللجوء إلى الطاقة النووية أدى إلى وجود محطات توليد الطاقة النووية على ساحل البحر المتوسط، وعلى ضفاف نهر الرون والتيبروالبو، ووجود مصانع نووية، وأساطيل في البحر الأبيض المتوسط. وقد بلغت جملة التلوث النووي السنوي عام 1978م نحو 2500 طناً من مادة التريتيوم، ونحو 40 طناً مواد مشعة.

للاشعاع المتأين تأثير بيولوجي على الحياة المائية للكائنات؛ حيث أن امتصاص كميات كبيرة من الإشعاع المتأين يضر بالعمليات الحيوية، لأن هذا الإشعاع يحتوي على موجات كهرومغناطيسية من أشعة ألفا وأشعة إكس، فيؤثر على الجزيئات المركبة للمكونات الوظيفية والتركيبية لخلايا الكائنات الحية.

ومن الحوادث التي حدثت ولوثت مياة المحيط بسببه؛ أول حادث نووي في الفضاء ونتجت أثاره الخطيرة في 1983/3/7م، حين سقط محرك نووي طاقته تُقدر بنحو 110 كجم من اليورانيوم المشع المخصب في المحيط الأطلنطي بين شرق أمريكا وغرب إفريقيا!!

كما أن تناول الأغذية البحرية التي تلوثت بالإشعاع بسبب تلوث مياه البحر يؤدي – أيضاً – إلى تشكيل خطر كبير على صحة الإنسان، كما أن إجراء التجارب النووية في البحار أدت إلى ارتفاع كمية المواد المشعة في أجسام الأسماك والكائنات البحرية التي تعيش هناك؛ ويوجد الكثير من الأسماك والكائنات البحرية التي تحتوي أجسامها على مواد مشعة، ووجد أن الإنسان الذي تغذى عليها قد أُصيب بالسرطان.

هذا..وتشكل المصادر التالية أهم المصادر الصناعية في التلوث الأشعاعي البحري:

✓ **تساقط الغبار الذري:** تجرى التفجيرات النووية في الجو أو في البحار أو تحت

- ✓ سطح الأرض حيث يؤدي ذلك إلى سقوط الغبار الذري بناءً على حجم وثقل جزيئاته على أسطح البحار ويعتبر الغبار الذري من أهم مصادر تلوث البحار والبيئة بشكل عام بالمواد المشعة، ويفوق كثيراً مصادر التلوث الأخرى..
- ✓ **المفاعلات الذرية:** يُستخدم لتبريد المفاعلات النوويه كميات هائلة من المياه؛ تلقى بعد ذلك في الأنهار التي غالباً ما تصب مياهها في البحار أو تُلقى في البحار مباشرة محملة بهذه المواد المشعة؛ أو قد يتسرب الماء نتيجة لأعطال دائرة التبريد ويخرج الماء محملاً بكثير من هذه المواد المشعة..
- ✓ **النفايات النووية:** هي النفايات المتخلفة بعد استخدام النظائر المشعة، وكذلك الناجمة عن المفاعلات النووية..

الآثار الناتجة عن التلوث الإشعاعي:

نتيجة لوصول التلوث إلى الإنسان عن طريق البحر من خلال الأسماك الملوثة فإن ذلك يؤدي إلى عدة أمراض مبكرة أو متأخرة حسب الجرعة التي تم تناولها، **منها ما يلي:**

1. المرض الاشعاعي؛ بما يشمل الشعور بالغثيان والتقيؤ بعد ساعات من التعرض له..
2. نقص في عدد كريات الدم البيضاء..
3. الالتهابات المعوية..
4. الإصابة بالسرطان..
5. إعتام عدسة العين..
6. تلف في الخلايا التناسلية مؤدياً إلى طفرات جينية..

المصادر

1. مقال "المعادن الثقيلة وكوارثها الخطيرة – د. حسن عبد الله الشرقاوي & د. أحمد عبد الحليم – اصدار يوم البيئة العالمى – كلية العلوم – جامعة الاسكندرية – 2008م..
2. أحمد عبد الكريم سلامة – التلوث النفطي وحماية البيئة البحرية التلوث النفطي وحماية البيئة البحرية، المؤتمر الأول للقانونين المصريين- الحماية القانونية للبيئة في مصر-الجمعية المصرية للاقتصاد والسياسي والإحصاء والتشريع – القاهرة فبراير 1992م..
3. الزوكة محمد خميس- البيئة ومحاور تدهورها وأثارها على صحة الانسان- دار المعرفة الجامعية – الاسكندرية ٢٠٠٠م..
4. العمر مثنى عبدالرزاق – التلوث البيئي – دار وائل للطباعة والنشر .عمان – الأردن – ٢٠٠٠م..
5. Filied, F. W and Haines, P.J (2000). Environmental analytical chemistry 2nd Edn. Black Well Science Ltd. Cambridge, 363pp
6. Livingstone, D. A. 1963. Chemical composition of Rivre and Lakes. US Geol. Survey paper 440 G.
7. Kopp, J; Fand Kroner, R.C. 1968. Trace metals in waters of the united states US Dept, of the Int. FWPCA, Div. of Pollut. Surveillance, Cincinatti.
8. Fahmy, M.A. (2003). Preliminary study on the hydrochemistry of the Egyptian coastal water of Aqaba Gulf, as unique ecosystem during year 2000. Bull. Inst. Oceanogr. Fish. ARE. 27: 1-14.
9. Fahmy, M. A., Aboul Soeaud, A. and El Shabrawy, A. (2003). Hydrochemical characterstics of the Suez Gulf coastal waters, Egypt

during year 2000. Association for the Advance of Modeling during and Simulation Techniques in Enterprises France. 46c: 1-20.

معجم المصطلحات الواردة بالفصل

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانجليزية
مبيدات حشرات عضوية مكلوره	Organo chlores
مادة الـــ بي سي بي (ثنائي الفينيل متعدد الكلور)	Poly chlorinated biphyenyle
مادة الـــ دي تي تي	D.D.T (Dichloro Diphenoyl Trichloro Ethan)
طائر خطاف البحر	Sterres
منظفات صعبة التحلل	Hard detergent
منظفات سهله التحلل	Soft biodegradable detergent
مذيبات	Solvent
مادة ذات فعالية سطحية	Surface active agent
مادة مشتتة	Surfactant
عامل منشط	Builder
مثبتات	Stabilizer
طيور النوء	Leach--Wilson

(6)

أخطار تلوث الرخويات البحرية

مدخل:

لقد أدى الاستغلال البشري للموارد المعدنية والتقدم في عالم التصنيع إلى مستويات عالية من المعادن الثقيلة في البيئة بوجه عام.. لكن البيئات المائية القريبة من المنطقة *الصناعية والحضرية تتعرض أكثر لتراكم مثل هذه المعادن.. ومن المعلوم ما للمعادن الثقيلة من تأثيرات خطرة على نباتات وحيوانات الأرض جمعاء، لاسيما مع تزايد مستوياتها في البيئة بشكل مضطرد. حيث يتم اطلاق تركيزات كبيرة من هذه المعادن من خلال تصريف النفايات السائلة من الصناعات، ومعالجة الخامات والمعادن، والدهانات وإنتاج الصباغ، وإنتاج المبيدات الحيوية، والدباغة، والطلاء بالكهرباء، وصبغ الأقمشة، إلى غير ذلك من مصادر وأنشطة. الجدير بالذكر أن حركة تنقل المعادن السامة ترتبط بذوبانها في الماء.. وبمجرد هجرتها إلى البيئة تتركز هذه العناصر من خلال تقدمها عبر السلسلة الغذائية. لكننا – من خلال هذا الفصل – سنفرد صفحات موجزة للحديث عن تركيزات المعادن السامة وهي الأكثر في الحيوانات اللافقارية التي تعيش في قيعان البيئات المائية وبخاصة الديدان عديدة الأشواك والرخويات. ويتزايد تحول الإنسان للاعتماد على البحار والمحيطات للحصول على الغذاء الرئيسي من خلال الصيد المباشر أو إستزراع الأسماك. ويأتي حوالي 10% من البروتين الذي يستهلكه الإنسان من المحيطات، فمن الحتمية بمكان العمل على اتخاذ خطوات جادة وسريعة لحماية البيئة والكائنات البحرية من مخاطر التلوث. ولقد ازداد الاهتمام بالكائنات البحرية وذلك لزيادة الاستفادة منها من الناحية الغذائية أو الطبية.

أحياء القاع:

معروف أن البيئة البحرية تشتمل على أعداد هائلة من الكائنات الحية المختلفة في أشكالها وألوانها وطرق معيشتها وأنواعها. وهي تتنوع من كائنات

ميكروسكوبية وحيدة الخلية مثل المثقبات إلى كائنات بالغة الضخامة ومعقدة التركيب مثل الحيتان. وتساهم الكائنات البحرية في المحافظة على التوازن البيئي وضمان نقاء البحار وجودة مياهها.. كما وتعتبر مياه المحيطات مصدراً رئيسياً للغذاء والأملاح المعدنية، ثم هي وسيلة هامة للتبادل التجاري، والنقل البحري، والأنشطة الترفيهية، على الجانب الآخر، هناك عدد لا بئس به من الرخويات البحرية التي تؤكل بواسطة الأنسان مثل المحار، بلح البحر، والاسكالوب وذلك لطعمها الذيذ ولقيمتها الغذائية المرتفعة. وهذه الرخويات وغيرها من الحيوانات اللافقارية تُعرف بـــ **(أحياء القاع)**.

أحياء القاع – أو لافقاريات القاع – هي الحيوانات التي تعيش في قيعان البيئات المائية سواء العذبة أو المالحة (الطين، الرمل، الحصى، الصخور، والأصداف أو حتى جثث الكائنات الحية الأخرى) المتوفرة في النظام البيئي.. وهى كائنات مقيمة بصفة عامة (غير متحركة) أو مخلوقات بطيئة التحرك.. كما إنها يمكنها بناء أغمدة مرفقة أو أنابيب أو شبكات كي تعيش فيها أو عليها أو أنها قد تتجول بحرية فوق الصخور والحطام العضوية خلال كل أو جزء من دورة حياتها وهذا شائع جداً في الحشرات المائية.

تلعب أحياء القاع دوراً هاماً في النظام البيئي البحري لأنها إما أن تكون الروابط الثانية أو الثالثة في السلسلة الغذائية (المستهلكين الأساسيين أو الثانويين) وتشارك في معدنة وإعادة تدوير المواد العضوية الميتة والمتحللة (المحللات). مجموعات أحياء القاع الشائعة في النظم البيئية البحرية تشمل الإسفنجات، واللواسع، والديدان، والديدان الحلقية، ومجموعة متنوعة من المفصليات، والرخويات، وشوكيات الجلد واللافقاريات الأخرى. وتبعاً للحجم، فإنها يمكن أن تنقسم إلى أحياء

القاع الكبيرة وأحياء القاع الدقيقة. والنوع الأول كبير بما يكفي أن ينظر إليه بالعين المجردة وحجمه يزيد عن 500 ميكرون (أى نصف ملليمتر).

ونسبة إلى العوالق النباتية والحيوانية، فإن مجتمعات أحياء القاع تعطى مؤشرات أفضل للتغيرات البيئية. إذ أن تكوين وكثافة مجتمعات أحياء القاع في النظم البيئية البحرية لاتزال مستقرة إلى حد معقول من سنة إلى أخرى في البيئة الغير مضطربة. وعندما تتغير البيئة، إما بسبب الاضطرابات الطبيعية أو التأثيرات الاصطناعية مثل التلوث، فإن مجتمعات أحياء القاع تستجيب عادة من خلال إظهار تغيير في بنية المجتمع. والتلوث العضوي الشديد، على سبيل المثال، عادةً ما يؤدي إلى فقدان الأنواع الأكثر حساسية للملوثات والاستعاضة عنها بأنواع أكثر تحملاً. ومن ناحية أخرى فإن التلوث الكيميائي قد يؤدي إلى القضاء بالكامل على مجتمعات أحياء القاع فيما عدا بعض الرخويات.

وكما ذُكر آنفاً فأن أحياء القاع تلعب دوراً هاماً في السلسلة الغذائية للمجتمعات المائية. هذه الكائنات تتغذى في الغالب على المخلفات أو البقايا، والعوالق النباتية والحيوانية التي تعيش على القاع. كما تعتبر بمثابة مصدر جيد للمواد العضوية بعد وفاتها وتحللها. ومعظم المراحل اليرقية لهذه الحيوانات متواجدة في العوالق الحيوانية وتعتبر بمثابة مصدر جيد من المواد الغذائية لكثير من الأسماك التي تعيش بالقرب من السطح.

هذا، وقد صنف العلماء العناصر وفقا للسمية في البيئة إلى ثلاث مجموعات، وهي:

1- المجموعة الأولي.. يُطلق عليها **(الغير الهامة)**؛ وهي عناصر تشمل الفلزات القلوية والأتربة القلوية والهالوجينات وعدد قليل من العناصر الآخرى؛

ووصفها بأنها غير هامة لا يعني أن المركبات السامة من هذه العناصر غير موجودة، ولكن هذه الإشكالية هي الأقل أهمية في العموم..

2- **المجموعة الثانية..** تشمل عناصر أخرى أكثر أو أقل سمية، ومع ذلك أكثر أو أقل للوصول في البيئة الملوثة. ويُلاحظ أن المعادن الأكثر سمية تميل إلى أن تكون في وسط الجدول الدوري وبالتالي فهي معتدلة كهربية. وعموماً، فالعديد من هذه المعادن له قدرة لعمل رابطة تساهمية أو تساهمية جزئيا مع الجزيئات الطبيعية الموجودة في الكائنات الحية (أمثلة الجزيئات التي تحمل الأكسجين، والنتروجين، والكبريت)؛ والتي تسمح لهم بتعطيل الوظائف البيوكيميائية منتجة آثار ضارة.. ولمن المدهش أن السلوك الحامضي لبعض هذه المعادن يمكنه – أيضاً – أن يجعلها عناصر غذائية أساسية في أوقات أخرى..

3- **المجموعة الثالثة..** وتشمل جميع المعادن السامة الثقيلة والتي تتراكم بشكل رئيسي في المجتمعات الأحيائية المائية، ثم تصل كل هذه العناصر إلى قاع المحيط من خلال منطقة مصبات الأنهار، والتي تربط مسطحات المياه العذبة بالنظام البيئي البحري. وعلى الرغم من أن مصبات الأنهار مناطق شديدة التنوع والانتاجية والديناميكية، غير أن دخول مثل هذه العناصر في النظم الاحيائية يكون سهلاً بشكل كبير؛ ولأن مصبات الأنهار معرضة لتراكم كل العناصر السامة والمواد الكيميائية، فهناك فرصة أكبر لتتراكم في أجسام الرخويات، لاسيما ذوات المصراعين السريعة النمو والصالحة للأكل، وتكون بمثابة الطريق المعبدة إلى جسم الإنسان، فتسممه..

والجدول التالي يعرض لتصنيف العناصر وفقاً للسمية والوفرة:

عناصر سامة جداً			عناصر قليلة السمية		عناصر غير سامة
دهب	ارزنك	بيرليوم	جاليوم	تيتانيوم	صوديوم
زئبق	سانيوم	كوبالت	لانثينيد	هافنيوم	بوتاسيوم
تيتانيوم	تيلليريوم	نيكل	اسوميوم	زيركنيوم	ماغنسيوم
رصاص	بلاديوم	نحاس	روديوم	تنجستين	كالسيوم
انتمون	فضة	خارصين	اريديوم	نيوبيوم	حديد
بزموث	كادميوم	قصدير	روتنيوم	تانتاليوم	ليثيوم
كرميوم	بلاتين	–	باريوم	رينيوم	سترنشيوم

الرخويات ذوات المصراعين (الصدفتين):

تُعتبر شعبة الرخويات من أكبر شعب المملكة الحيوانية، وممثلة بعدد ضخم من الأنواع.. وهي حيوانات رخوة الجسم، ليس لها عمود فقري. ومنها: الرخويات ذوات المصراعين، وهي طائفة من الرخويات تعيش في كل من البحار والمياه العذبة.. ذات جسم منضغط جانبياً، ومحاطة بصدفة من جزئين متمفصلين.. وتشمل: المحار، وبلح البحر، والاسكالوب، فضلاً عن عائلات أخرى عديدة. تتغذى أغلبيتها عن طريق الترشيح، وليس لها رأس أوأسنان. وقد تطورت الخياشيم بشكل يُشبه الأمشاط، لتصبح عضواً مختصاً بالتغذية والتنفس.

تدفن معظم الرخويات ذوات الصدفتين نفسها في رواسب قاع البحر، حيث تكون في مأمن من المفترسات. وقد تكمن أنواع آخري على قاع البحر أو تلتصق بالصخور أو بغيرها من الأسطح الصلبة، ويمكن لبعض ذوات الصدفتين – مثل الاسكالوب – أن تسبح.

وبشكل عام، تتكون صدفة ذوات المصراعين من كربونات الكالسيوم، وتتألف من جزئين – في الغالب – متشابهين، ويُسمي كل جزء (**مصراع**). ويكون هذان الجزءان منضمين معاً على طول حافة واحدة من الرباط المرن، جنباً إلى جنب مع الأسنان المتشابكة من كل مصراع. هذا الترتيب يسمح للصدفة أن تُفتح وتُغلق دون أن تصبح مفككة. ويختلف حجم الصدفة للطور البالغ من أجزاء من السنتيمتر إلى أكثر من متر في الطول، بيد أن معظم الأنواع لا تتجاوز 10 سم.

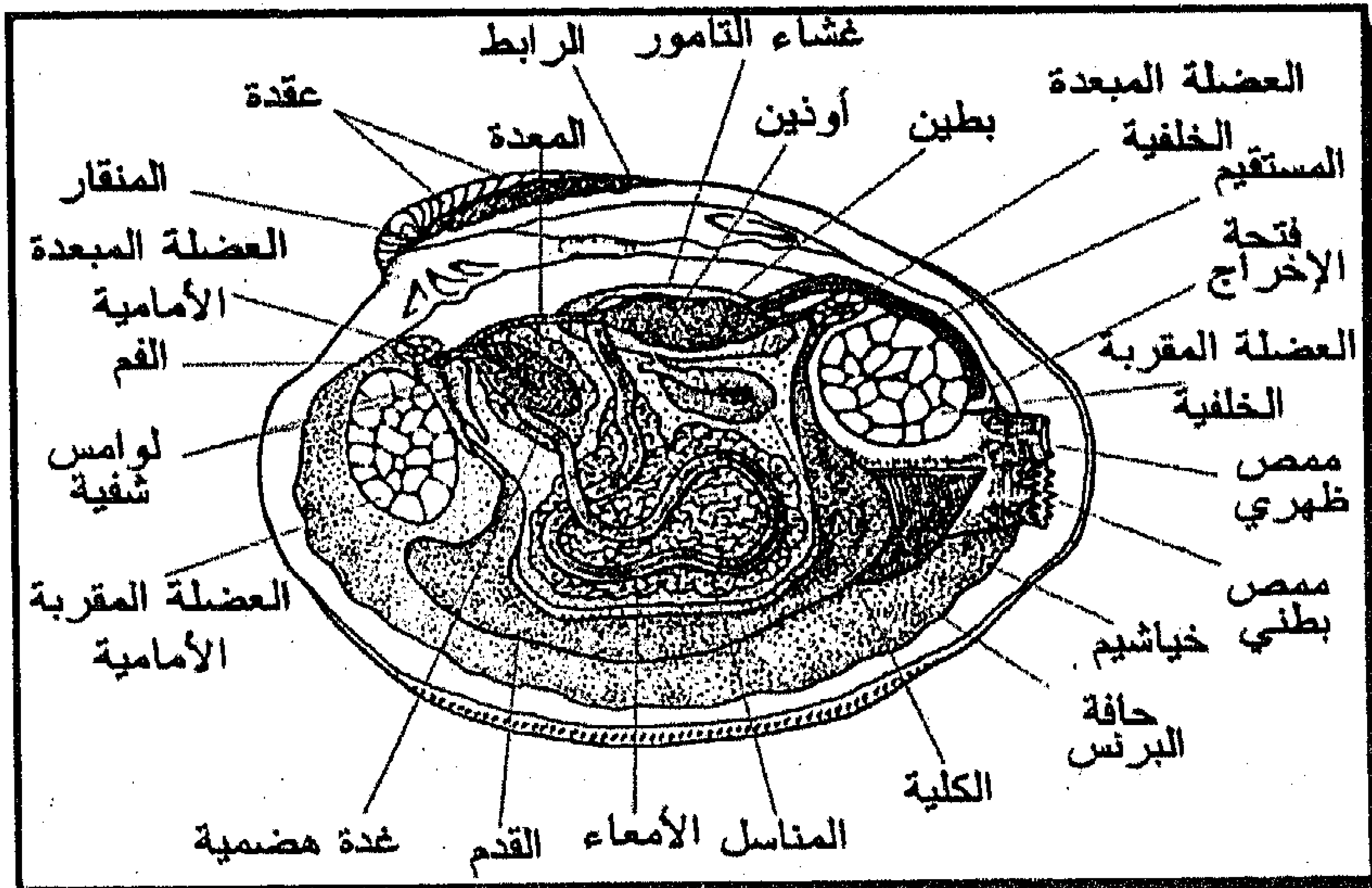
جدير بالذكر أن طائفة الرخويات بطنية القدم تّعد من أكبر طوائف شعبة الرخويات، وتضم العديد من الأنواع ذات الأحجام والأشكال المختلفة، وهي في معظمها مفترسات، لكن القليل منها يتغذى على الأعشاب والحشائش البحرية ولها هيكل خارجى (أي صدفة) يتكون من كربونات الكالسيوم مختلف في عدد حجراته وفي شكله.

كانت ذوات الصدفتين لفترة طويلة جزءً من النظام الغذائي للمجتمعات البشرية الساحلية. بل لقد تم تربية المحار في أحواض من قبل الرومان.. وحديثاً أصبح استزراعها مصدراً هاماً كغذاء للأنسان. وقد أدت المعارف الحديثة عن الدورات الإنجابية للرخويات في تطوير المفرخات والتقنيات الحديثة للإستزراع. وقد أدى الفهم الجيد لمخاطر تناول المحار الخام والغير مطبوخ إلى تحسين تخزينها وتجهيزها.

إلى جانب استخدامها كغذاء، فإن المحار هي المصدر الوحيد لإنتاج اللؤلؤ الطبيعي. وتُستخدم أصداف ذوات المصراعين في الحرف اليدوية وصناعة المجوهرات والأزرار. كما تُستخدم ذوات الصدفتين في المكافحة البيولوجية للملوثات حيث تعمل علي تجميع وتركيز المعادن الثقيلة.

✔ طريقة تغذية الرخويات ذوات المصراعين:

تتغذى معظم الرخويات ذوات المصراعين عن طريق الترشيح، وتُعرف خياشيم هذه الكائنات بـ (**حاملات الأمشاط**)؛ وهي مُحورة بشكل دقيق لزيادة قدرتها لإمساك ونقل جزيئات الطعام. فعلى سبيل المثال، تهيأت الأهداب التي على الخياشيم للإمساك بجزيئات الطعام ونقلها في تيار مستمر من المخاط إلى فتحة الفم؛ شعيرات الخياشيم تكون مطوية بشكل معين لتكوّن إخدوداً أو ثنية، والذى من خلاله يتم نقل جزيئات الطعام. وتساعد حركة هذه الأمشاط علي عمل تيار من الماء يستخدمه الحيوان ليس فقط في التنفس، ولكن لإصطياد جزيئات الطعام المعلقة في الماء. ويدخل تيار الماء من خلال الممص البطني، ويمر خلال الخياشيم حيث يتم إصطياد الجزيئات المعلقة علي سطح الخياشيم، وفي النهاية يخرج تيار الماء من خلال الممص الظهري. ويمكن لفرد المحار النشيط أن يُرشح عدة لترات من المياه في كل ساعة.



رسم توضيحي عام يبين التشريح الداخلي للرخويات ذوات المصرعين

✓تدفق المواد المغذية في بيئة مصبات الأنهار:

نظراً لتدفق العناصر الغذائية من خلال مستويات مختلفة عبر السلسلة الغذائية فإن الرخويات تلعب دوراً هاماً في هذا المضمار. وتتغذى الرخويات عن طريق الترشيح على الطحالب، والهائمات الحيوانية، وفضلات جميع الفقاريات المائية الموجودة في الرواسب أسفل المسطحات المائية.

وتمثل الرخويات قسماً عظيماً من الحيوانات القاعية الرئيسية في النظام البيئي لمصبات الأنهار، والتي لها – أيضاً – قدرة هائلة لتجميع كل العناصر الدقيقة الموجودة في طعامهم. لذا تُعد الرخويات مُجمع حيوي رئيسي للمبيدات والمعادن الثقيلة والمواد الكيميائية السامة الخ.

كربونات الكالسيوم هو المكون الرئيسي للصدفة الجيرية الحامية للرخويات، وبقية الجسم نسيج ناعم صالح للأكل، هذا الذي تتراكم فيه العناصر السامة. وكما سبق ونوهنا فالمعادن الثقيلة هي فئة من عناصر شديدة السمية، تسبب مشكلات صحية كبيرة للجنس البشري من خلال التراكم الحيوي في ذوات الصدفتين الصالحة للأكل.

ومن أهم المعادن الثقيلة التي تؤثر بشكل مباشر على صحة الإنسان عناصر الرصاص والكادميوم والكروم والنحاس والنيكل والزنك.. وسنوليها بشيىء من التفصيل، كما يلي:

1- الرصاص (Pb):

الرصاص مادة شديدة السمية، والتعرض لها يمكن أن ينتج مجموعة واسعة من الآثار الصحية السلبية. يعاني من آثار التسمم به كل من البالغين والأطفال، ولكن تسمم الأطفال به هو أكثر شيوعاً. فلقد وجد – حتى يومنا هذا – أن هناك أطفالاً كثيرين دون سن السادسة لديهم تركيزات مرتفعة من الرصاص في دمائهم.

هناك العديد من الطرق التي يتعرض بها البشر للرصاص، مثل: الطلاء، الغبار المنزلي، التربة العارية، الهواء، مياه الشرب، المواد الغذائية، السيراميك، العلاجات المنزلية، أصباغ الشعر ومستحضرات التجميل الأخرى.

ومكمن الخطورة أن الكثير من هذا الرصاص يكون مجهري الحجم، وغير مرئي للعين المجردة. بل أنه في أغلب الأحيان، يتعرض الأطفال ذوى المستويات المرتفعة من الرصاص في الدم له في منازلهم الخاصة. أما الأطفال الصغار الذين تقل أعمارهم عن الستة أعوام فهم عرضة بوجه خاص لتلقي هذه الآثار الصحية الضارة، وذلك لأن أدمغتهم والجهاز العصبي المركزي ضعيف إذ لايزال يتشكل. مما قد يؤدي التعرض لمستويات منخفضة جدا منه إلى خفض معدل الذكاء، والإعاقة، واضطرابات نقص الانتباه، والمشاكل السلوكية، وتوقف النمو، وضعف السمع، والفشل الكلوي. فيما تتسبب المستويات العالية منه إلى أن يصبح الطفل متخلفاً عقلياً، ويدخل في غيبوبة، وقد يموت من التسمم بالرصاص.

في البالغين يمكن أن يؤدي الرصاص إلى زيادة ضغط الدم، ويسبب مشاكل في الخصوبة، واضطرابات في الأعصاب، وآلام في العضلات والمفاصل، والتهيج، ومشاكل في التركيز والذاكرة. وعندما تكون المرأة حاملاً وبدمها مستوً عالٍ من الرصاص، فيمكن بسهولة أن يُنقل إلى الجنين، من خلال المشيمة. بل يمكن للحمل نفسه أن يؤدي إلى إطلاق سراح الرصاص من العظام، حيث يكون الرصاص مُخزنا فيه – في كثير من الأحيان – لعدة سنوات. وهناك بعض العوامل الطبيعية التي تؤثر علي استيعاب الرصاص في الرخويات ذوات المصرعين، منها؛ الملوحة، ودرجة الحرارة، وتنوع الهائمات النباتية والحيوانية.

2- الكادميوم (Cd):

الكادميوم عنصر واسع الإنتشار على نطاق القشرة الأرضية، ويُستخدم في

الأساس على أنه عامل تثبيت، وكصبغة في صناعة البلاستيك والطلاء الكهربائي. وتسبب التركيزات المرتفعة من الكادميوم مشاكل صحية عديدة للإنسان. لذا فقد أُدرج الكادميوم ومركباته مع الزئبق وبعض المعادن الأخرى الخطيرة ضمن القائمة السوداء. ويجري استخدامه بشكل روتيني في العمليات الصناعية المختلفة، مما يشكل خطراً على حياة الإنسان.

بداخل جسم الإنسان، يبدأ الكادميوم بالاتحاد مع الميتالوثينين، وهذه المركبات يتم ترشيحها في الكلي، وبذلك يتراكم الكادميوم في قشرة الكلية. أما تناول الطعام أو شرب الماء الذي يحتوي على مستويات عالية جداً من الكادميوم فيهيج المعدة بشدة، مما يؤدي إلى القيىء والإسهال، والموت في بعض الأحيان.

إن تناول مستويات أقل من الكادميوم على مدى فترة طويلة من الزمن يمكن أن يؤدي إلى تراكم الكادميوم في الكليتين. وإذا وصلت مستويات الكادميوم في الكلى إلى مستوٍ عالٍ بما فيه الكفاية، فإنه يسبب تلف الكلى، ويتسبب أيضًا في أن تصبح العظام هشة وسهلة الكسر. وجدير بالذكر أن وزارة الصحة والخدمات البشرية في الولايات المتحدة الأمريكية حددت أنه من المتوقع أن يكون الكادميوم ومركباته من أحد مسببات السرطان، وذلك بناءً على البيانات البشرية المحدودة والدراسات المعملية التي أُجريت على فئران التجارب.

3- الكروم (Cr):

الكروم مركب طبيعي يوجد في الصخور والتربة والنباتات. ويوجد عادةً في حالة أكسدة تتراوح بين الكروم الثنائي إلى السداسي التكافؤ. ومع ذلك، فإن الشكلين الرئيسيين الثلاثي والسداسي التكافؤ لهما أهمية بيولوجية. ويتمثل المصدر الرئيسي لانبعاثات الكروم في البيئة في الصناعات الكميائية، ومن جراء احتراق الوقود

الأحفوري. ومن مصانع الأسمنت، ونفايات الطلاء الكهربائي، ودباغة الجلود، وصناعة المنسوجات، وصناعة الأحبار، والدهانات، والورق.

يُعد الكروم - من الناحية الفسيولوجية - عنصراً شحيحاً، وهو مطلوب للوظيفة المثلى لهرمون الأنسولين في الأنسجة الثديية وللحفاظ على الأيض الطبيعي لكل من الجلوكوز، والكوليسترول، والدهون في الجسم. والمستوى العادي لتركيز الكروم في الدم البشري يتراوح بين 20-30 ميكروجرام/ لتر. وقد وُجد أن تناول 50-200 ميكروجرام/ يوم من الكروم على وشك أن تكون آمنة ومناسبة.

لكن الكروم سداسي التكافؤ معدن سام جداً، ويُمتص معظمه من خلال الجهاز الهضمي، والجلد، والرئتين.. حتى أن معظم التقارير العلمية تصف سمية الكروم السداسي التكافؤ (الذي هو في شكل كرومات أو ثنائي الكرومات) على أنه يسبب تقرحاً مزمناً في سطح الجلد، تشوهاً لبروتينات الأنسجة، والربو، والفشل الكلوى، وإزالة لون الأسنان، والإلتهابات الجلدية. أما نتائج التسمم الحاد به فتؤدى إلى أعراض مثل الدوخة، والعطش الشديد، وألم في البطن، والقيىء والصدمة، وفي بعض الأحيان قد تحدث الوفاة نتيجة وجود البولينا في الدم.

4. النحاس (Cu):

المدخل الطبيعي لعنصر النحاس إلي البيئة البحرية هو من خلال نحر الصخور المعدنية. ولكن يدخل إليها أيضاً عبر أنشطة بشرية؛ مثل انتاج المعدات الكهربائية، أو من خلال إستخدامها كمواد تحفيز للتفاعلات الكيميائية، أو في البويات المضادة للحشف، أو مبيدات الطحالب، أو في السبائك، أو كمادة حافظة للخشب.

هذا، ويتواجد النحاس المذاب في مياه البحر - أساساً - في شكل كربونات النحاس، أو في الشكل الأيوني (هيدروكسيد النحاس) والذي يتواجد عند الملوحة المنخفضة. والذى يُشكل مركبات معقدة مع الجزيئات العضوية. وقد لُوحظ أن

للرخويات قدرة هائلة لتجميع النحاس من المياه الملوثة. حيث أشارت بعض التقارير إلى أن معامل تركيز النحاس في بعض أنواع المحار التي تنمو في المياه الملوثة قد يصل إلى 7500، وأنها قد تُجمع 2000 جزء من المليون من النحاس في دمائها.

5. النيكل (Ni):

النيكل معدن أبيض- فضي اللون، له خصائص محبة للحديد، مما يُسهل تشكيل سبائك النيكل- الحديد. وعلى النقيض من أملاح النيكل القابلة للذوبان (الكلوريد، والنترات، والكبريتات)، فإن النيكل المعدني، وكبريتيد النيكل، وأكاسيد النيكل تكون قليلة الذوبان في الماء. أما كربونيل النيكل فهو سائل متطاير في درجة حرارة الغرفة، ويتحلل بسرعة إلى أول أكسيد الكربون والنيكل.

وتُعد مياه الشرب، والمواد الغذائية المصادر الرئيسية لتعرض عامة الناس للنيكل، ومتوسط للنظام الغذائي الأميركي - كمثال - يحتوي على حوالي 300 ميكروجرام نيكل/ يوم.

والنيكل معدن كثير التنقل في التربة، وبخاصة التربة الحمضية. كما وهناك القليل من الأدلة التي تشير إلى أن مركبات النيكل تتراكم في السلسلة الغذائية. ولكن يعتمد أيض النيكل على وجود معادن أخرى، فمثلاً يمنع المغنيسيوم والمنجنيز - بشدة - إرتباط النيكل مع الفوسفات.

وتنطوي الآثار الأولية للتسمم بالنيكل على تهيج للجهاز التنفسي، وأعراض غير نوعية. أما المرضى الذين يعانون من التسمم الشديد، فتتطور الأعراض إلى سمية شديدة في الجهازين الرئوي والهضمي. وقد وُجد أن الالتهاب الرئوي الخلالي المنتشر، والاستسقاء الدماغي هي الأسباب الرئيسية للوفاة.. كما يسبب النيكل إلتهابات جلدية.. ومركباته معترف بها كمواد مسرطنة.. ومع ذلك، فإن هوية

مركبات النيكل، التي تتسبب في زيادة خطر الإصابة بالسرطان، لاتزال غير واضحة.

6. الزنك (Zn):

الزنك عنصر أساسي للإنسان.. منتشر على نطاق واسع في الطبيعة.. يُقدر التركيز الطبيعي له في التربة بحوالي من 10-30 ميلجرام/كجم. ويُستخدم الزنك في طلاء المعادن، وفي السبائك ومنتجات عامة كثيرة، وفي المحافظة على الخشب، وكمحفز للتفاعلات الكيميائية، وفي صناعات مثل السيراميك والأسمدة والبطاريات والدهانات والمتفجرات المنزلية والأجهزة الطبية.

وحسب منظمة الصحة العالمية (1996م) فإن اللازمة الغذائية من الزنك قد تصل إلى 22 ميلجرام/يوم، والتي تكافيء 0.3 ميلجرام/كجم من وزن الجسم/يوم. ويتباين امتصاص الجهاز الهضمي للزنك بشكل كبير من 8-80٪. وقد وُجد أن امتصاص الزنك ينخفض بعد ابتلاع الكالسيوم والفوسفور. ويرجع هذا إلى ترسيب الزنك في الأمعاء. وقد لُوحظ - أيضاً - أن الزنك يُمتص بواسطة الجلد. ولو أن هناك القليل من المعلومات حول سمية التعرض للزنك، فإن التعرض المزمن له يؤدي إلى فقر الدم.

الرخويات ذات الأهمية الاقتصادية في مصر:

كما ذُكر سابقاً أن للرخويات أهمية أقتصادية في مجالات متنوعة من الحياة، فقد أشار د. أحمد كامل حسن إلى الرخويات ذات الأهمية الأقتصادية في مصر من خلال رسالة الدكتوراه الخاصة به، والتي تحت عنوان "دراسات على رخويات البحرين المتوسط والأحمر والتبادل بينهما خلال قناة السويس" والتي نُوقشت في عام 1983م.

وقد أوضح أن هناك العديد من الرخويات ذوات المصراعين والرخويات بطنية القدم، والتي تعيش في مياه البحرين المتوسط والأحمر، لها أهمية أقتصادية كبيرة. وقد وُجد أن البحر الأحمر على وجه الخصوص يحوي عدة أنوع من محار اللؤلؤ التي تُجمع على مستوى تجاري وتنتج لؤلؤاً ثميناً سواء المتكون في الطبيعة أو المستزرع.

وبعض الأصداف لها أشكال رائعة وتُستخدم في أغراض الزخرفة والديكور في المنشآت والمنازل، مثل أفراد العائلة السرنباكية، والعائلة النهدية، والعائلة الملخية، والعائلة الملخ شريفية، والعائلة البصرية.

وفي الصناعة، تُستخدم أصداف رخويات كل من العائلة الصدفية والعائلة النهدية في إنتاج الأزرار، وهناك بعض الرخويات الأخرى الصالحة للأكل مثل أفراد العائلة البصرية، والعائلة البكلويزية، والعائلة البصامية، والعائلة الجندوفيلية، والعائلة البلحية، والعائلة الصدفية، والعائلة النهدية، والعائلة السرنباكية، والعائلة الملخية. وفي الواقع، معظم المصريين، فيما عدا أولئك الذين يقيمون بالقرب من المناطق الساحلية، غير معتادين على مثل هذه المصادر من المواد الغذائية.

وقد أشار الباحث إلى أن بعض رخويات ذوات المصراعين كان يُتحصل عليها بكميات تجارية من بحيرة التمساح لتصديرها إلى بعض الدول الأوروبية. ولسوء الحظ، لا يوجد بيانات إحصائية معينة عن كميات هذه الأنواع الصالحة للأكل في المناطق التي تم دراستها. وقد ذكر المؤلف، إنه يمكن القول من المعلومات المتوفرة أن تجمعات الرخويات في الموارد المائية المصرية تشهد تراجعاً ملحوظاً. وهذا يُمكن إرجاعه جزئياً إلى بناء السد العالي على نهر النيل في أسوان والذي أثر بشدة على حيوانات البحيرات الشمالية المتصلة بالبحر المتوسط.

وفيما يلي قائمة بأنواع الرخويات ذوات المصرعين والرخويات بطنية القدم المسجلة في عام 1983م، والتي لها أهمية إقتصادية كبيرة في البحرين المتوسط والأحمر.

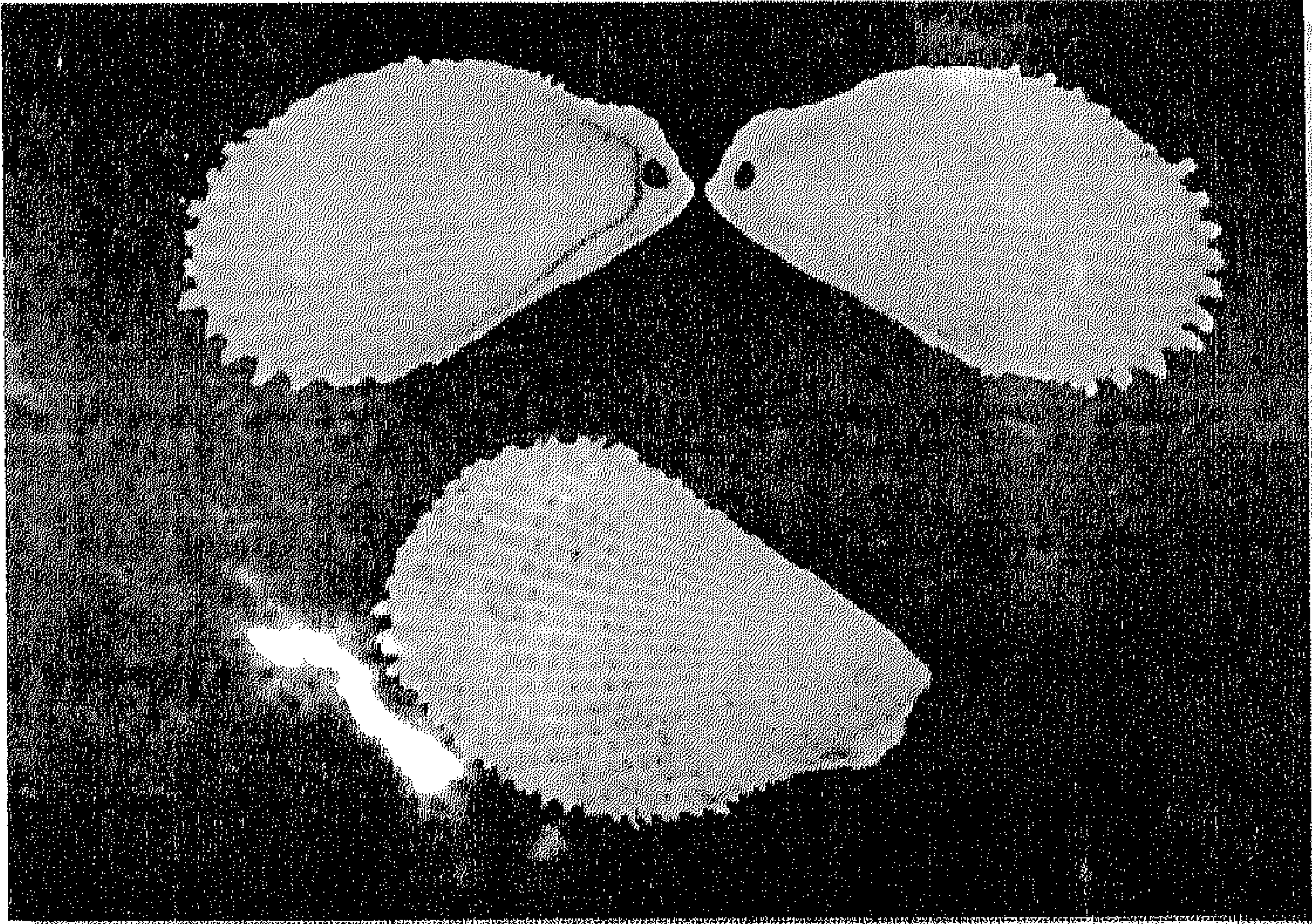
ويجدر الإشارة هنا إلى أنه في الوقت الحالي، فإن توزيع ووفرة الرخويات الاقتصادية في كل من البحرين المتوسط والأحمر قد تغير بشكل كبير، والمقصود به هو إختفاء بعض الأنواع المتواجدة أو ظهور أنواع جديدة.

أ- الرخويات ذوات المصراعين (Bivalves):

✓ **العائلة الاستريدية (Ostreidae)**

النوع: استريديا البحر المتوسط (Lopha stentina)

هذا النوع من المحار متواجد في عدة مناطق من البحرين المتوسط والأحمر.

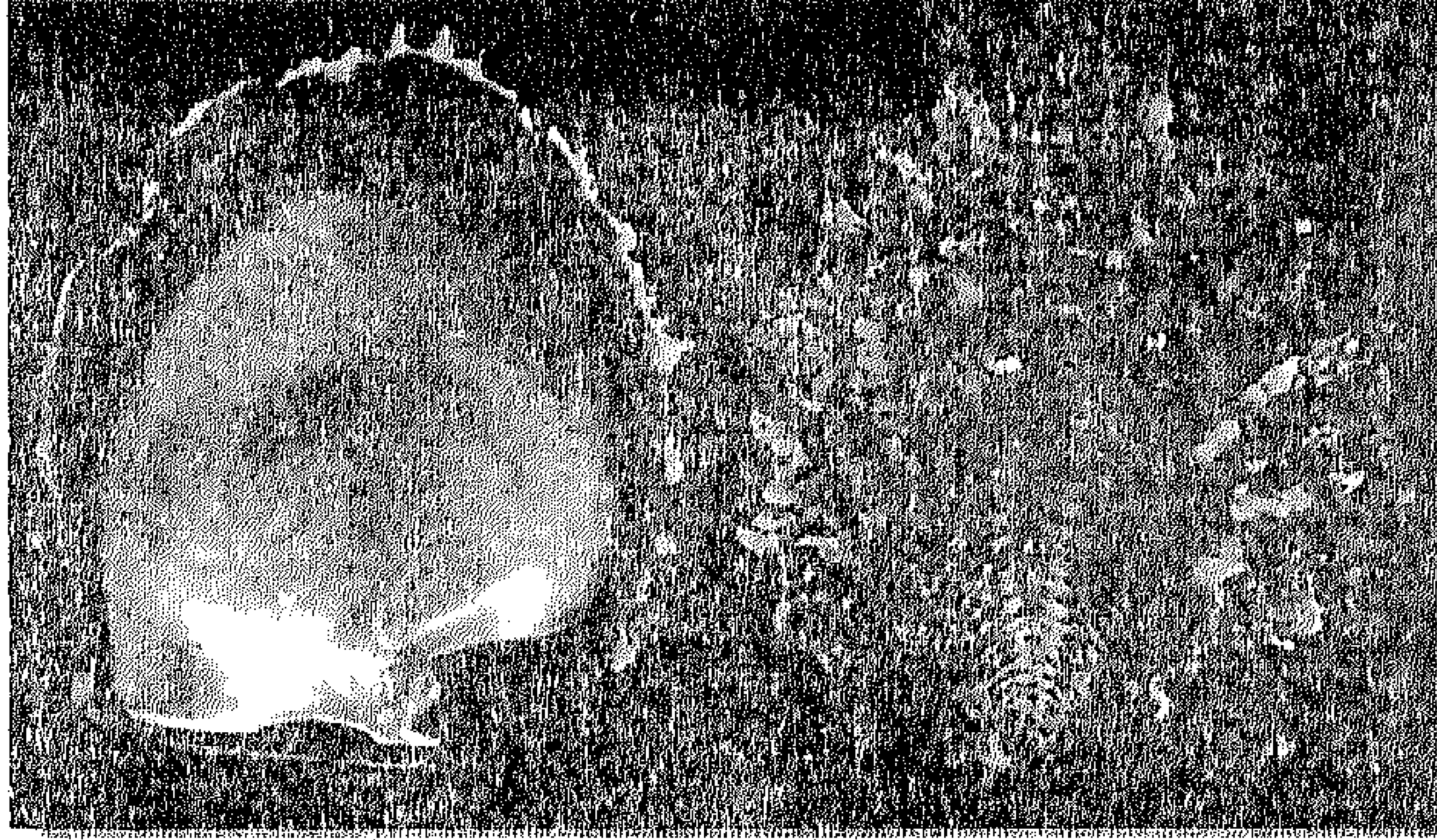


استريديا البحر المتوسط

✓ العائلة الصدفية (Pteriidae)

النوع: الاسترديا اللؤلؤية (Pinctada margaritifera)

هذا المحار يُنتج أفخر أنواع اللؤلؤ الطبيعي والأصداف الكبيرة لهذا النوع تُستخدم في أغراض أخرى مثل الديكور وغيرها.



الاستريديا اللؤلؤية

النوع: السيريديا – الإختينيا – البلبل (Pinctada radiata)

هذا النوع يمكنه أيضًا أن يُنتج اللؤلؤ الكروى، سواء طبيعياً أو صناعياً بواسطة الإستزراع. وهو متواجد في عدة مناطق من البحر الأحمر.

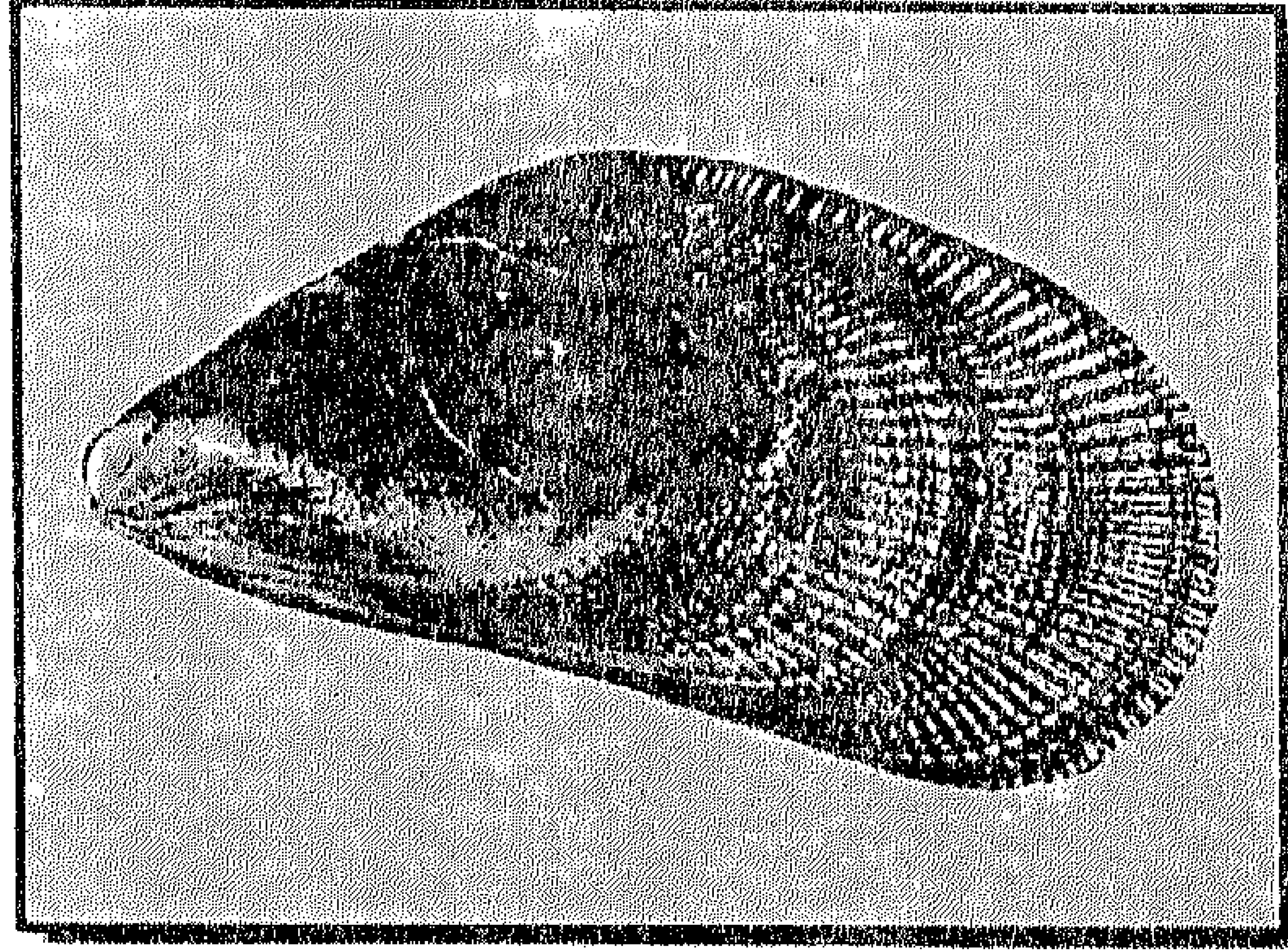


السيريديا – الإختينيا – البلبل

✔ **العائلة البلحية (Mytilidae)**

النوع: بلح البحر – أبو صنم (Brachiodontes variabilis)

هذا النوع متواجد بكثرة في البحر الأحمر وقناة السويس، ولكنه نادر في البحر المتوسط.

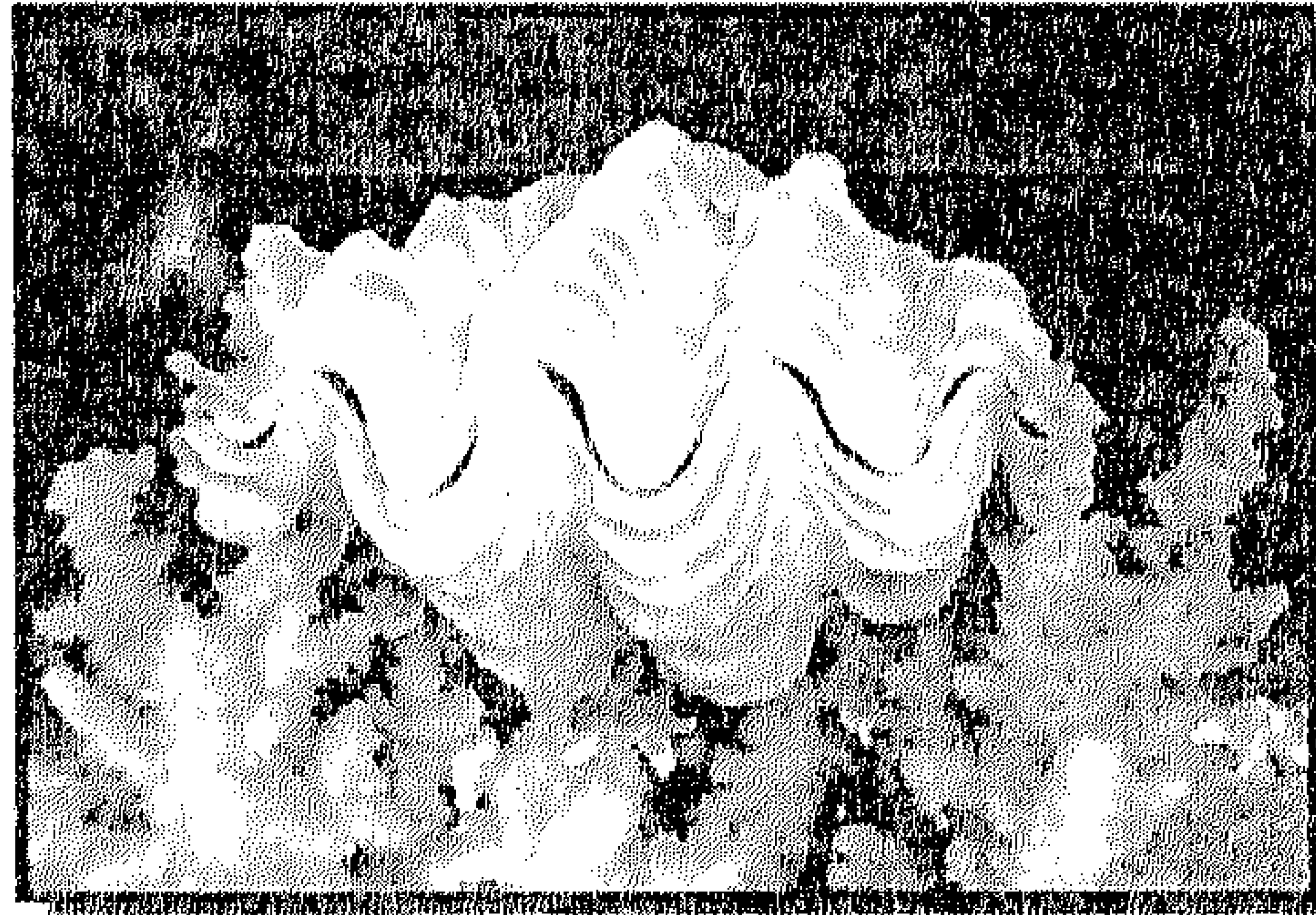


بلح البحر – أبو صنم

✔ **العائلة البصرية (Tridacnidae)**

النوع: البصر المستطيل (Tridacna elongata)

وهو من ذوات المصرعين الشائع في البحر الأحمر ومذاقه الجيد يجعله صالحاً للأكل الشعبي إلي جانب وزنه وحجمه الكبيرين. متواجد بكثرة في عدة مناطق من البحر الأحمر. والأصداف الفارغة لهذا النوع تُستخدم بكثرة في أغراض أخرى مفيدة مثل الديكور والدعاية السياحية.



البصر المستطيل

✓ العائلة البكلويزية (Cardiidae)

النوع: البكلويز العادي (Cerastoderma edule)

شائع الإنتشار في المياه المصرية سواء العذبة أو المالحة، ويكون دائماً مدفوناً في رواسب قاع البحر. تجمعات وفيرة من هذا النوع متواجدة في البحر المتوسط والبحيرات الشمالية، وفي بعض المناطق على طول قناة السويس.



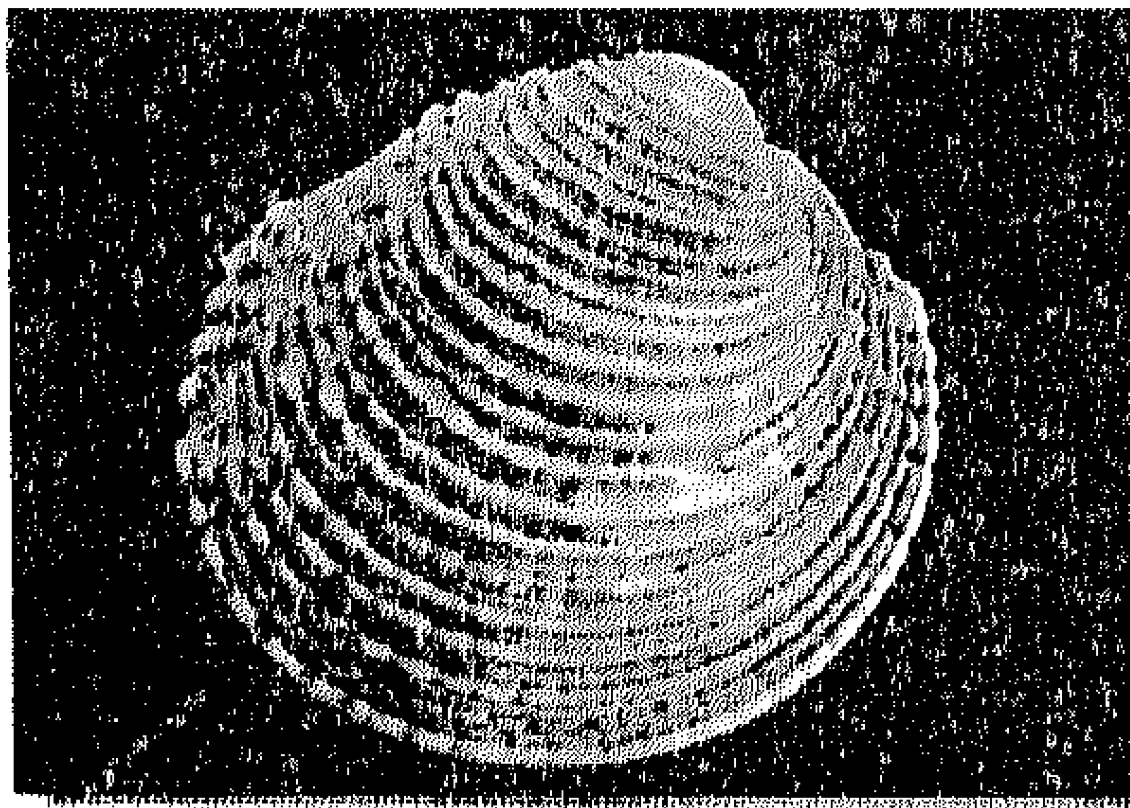
البكلويز العادي

✓ العائلة الجندوفيلية (Veneridae)

تشمل هذه العائلة عدة أنواع من الرخويات التي يُؤكل معظمها حيث أنها لذيذة الطعم.

النوع: الجندوفلي الخشن (Venus verrucosa)

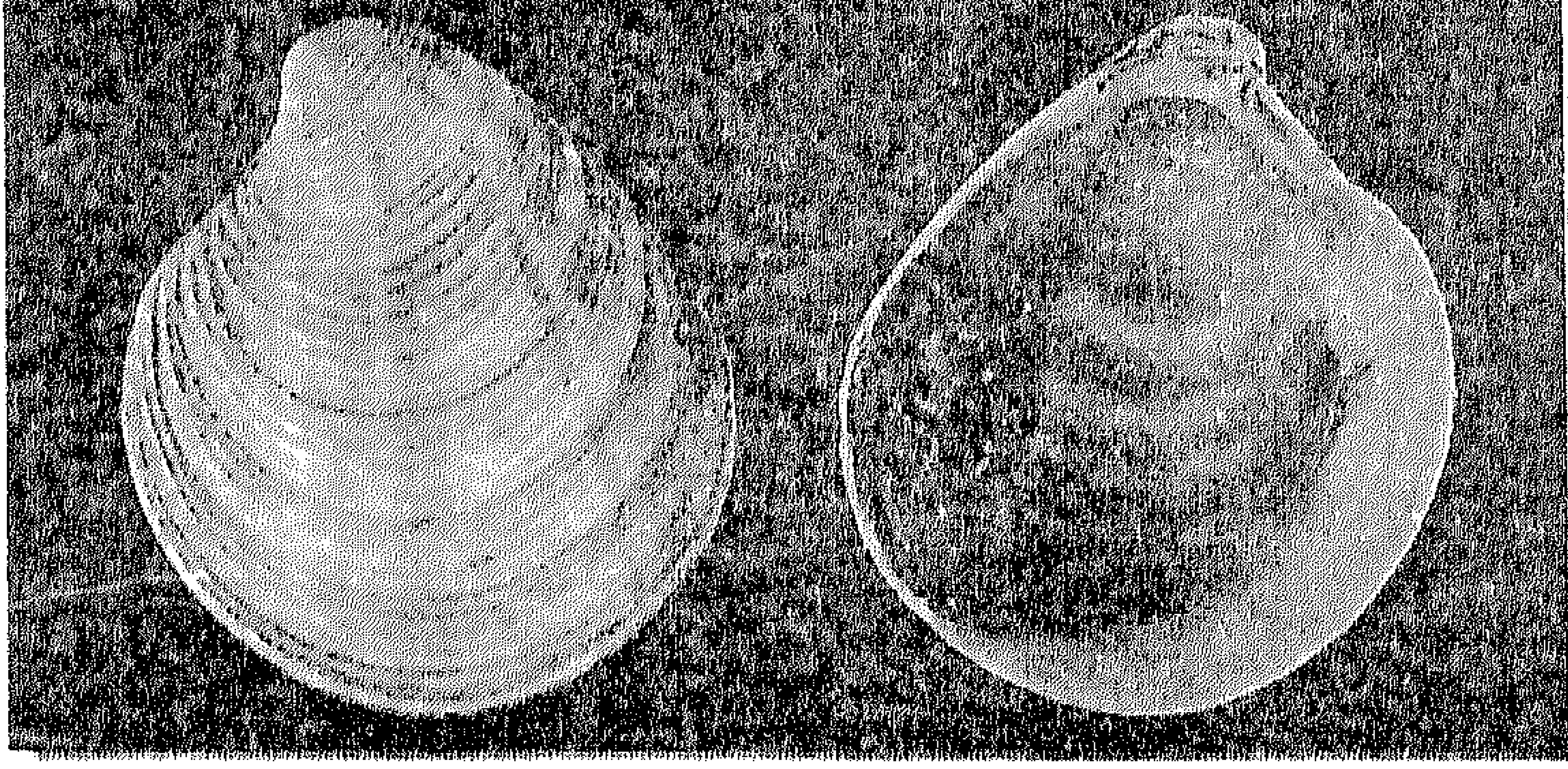
شائع الإنتشار بكميات كبيرة في البحر المتوسط، وبخاصة في المنطقة من خليج أبي قير وحتى الميناء الغربي بالإسكندرية، وبكميات أقل من بورسعيد ورأس العش.



الجندوفلي الخشن

النوع: الجندوفلي (Chamelea gallina)

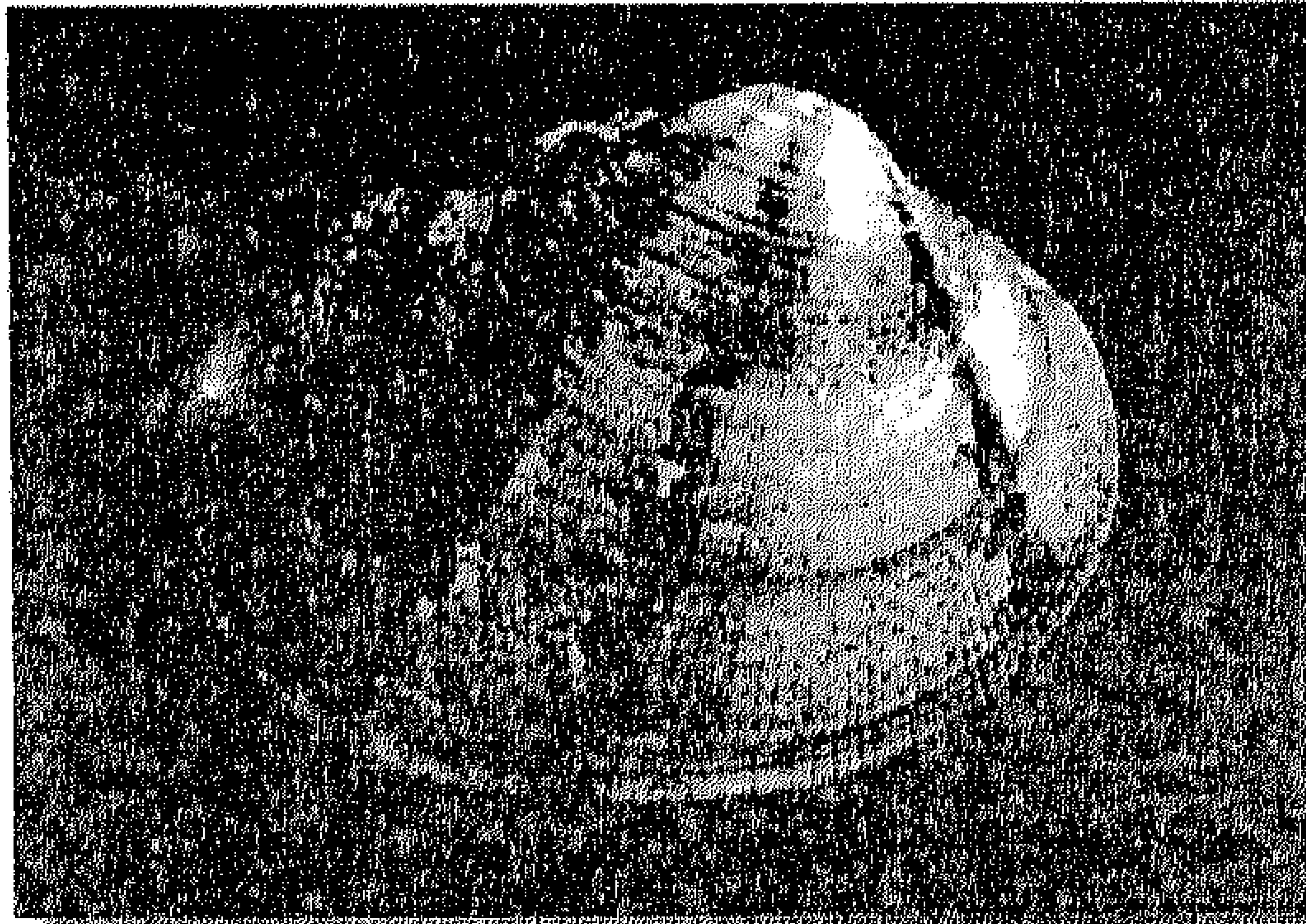
هذا النوع متواجد بكثرة في البحر المتوسط، ولكنه نادر في معظم مناطق قناة السويس.



الجندوفلي

النوع: الجندوفلي المصلب (Tapes decussata)

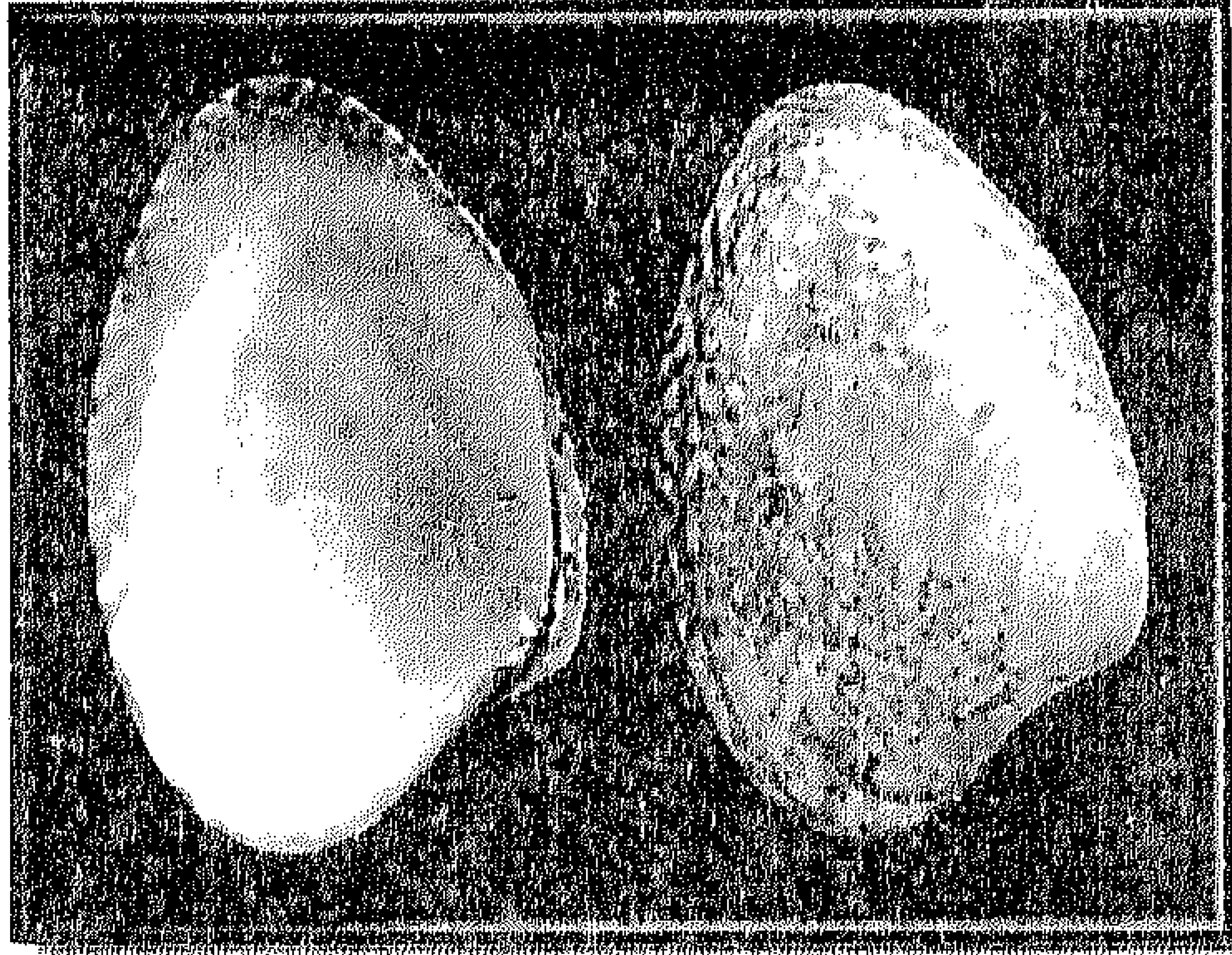
لهذا النوع شعبية كبيرة من قبل المواطنين كغذاء في المناطق الساحلية. وهناك صيد على مستوى تجاري من مناطق عديدة في البحر المتوسط وبخاصة المناطق القريبة من الشاطيء ومناطق المد والجزر، في حين يوجد كميات أقل في عدة مواقع على طول قناة السويس.



الجندوفلي المصلب

النوع: جندوفلي - خلول (Venerupis aurea)

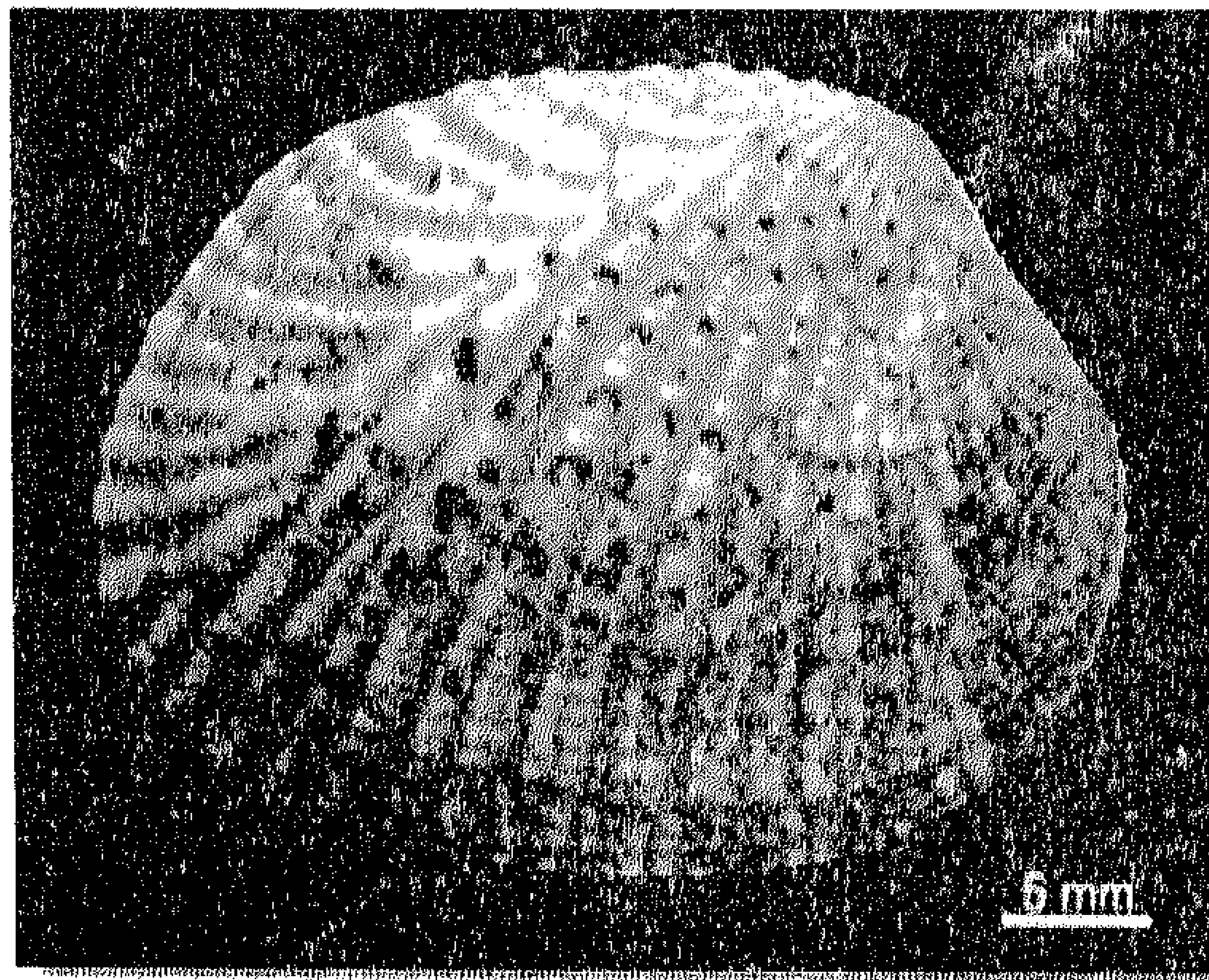
يوجد في البحر المتوسط كميات كبيرة من هذا النوع؛ لاسيما في المناطق الشاطئية الساكنة أو قليلة الأمواج بينما وُجدت كميات أقل في بحيرة التمساح (قناة السويس).



جندوفلي - خلول

النوع: الجندوفلي المضلع (Circe pectinata)

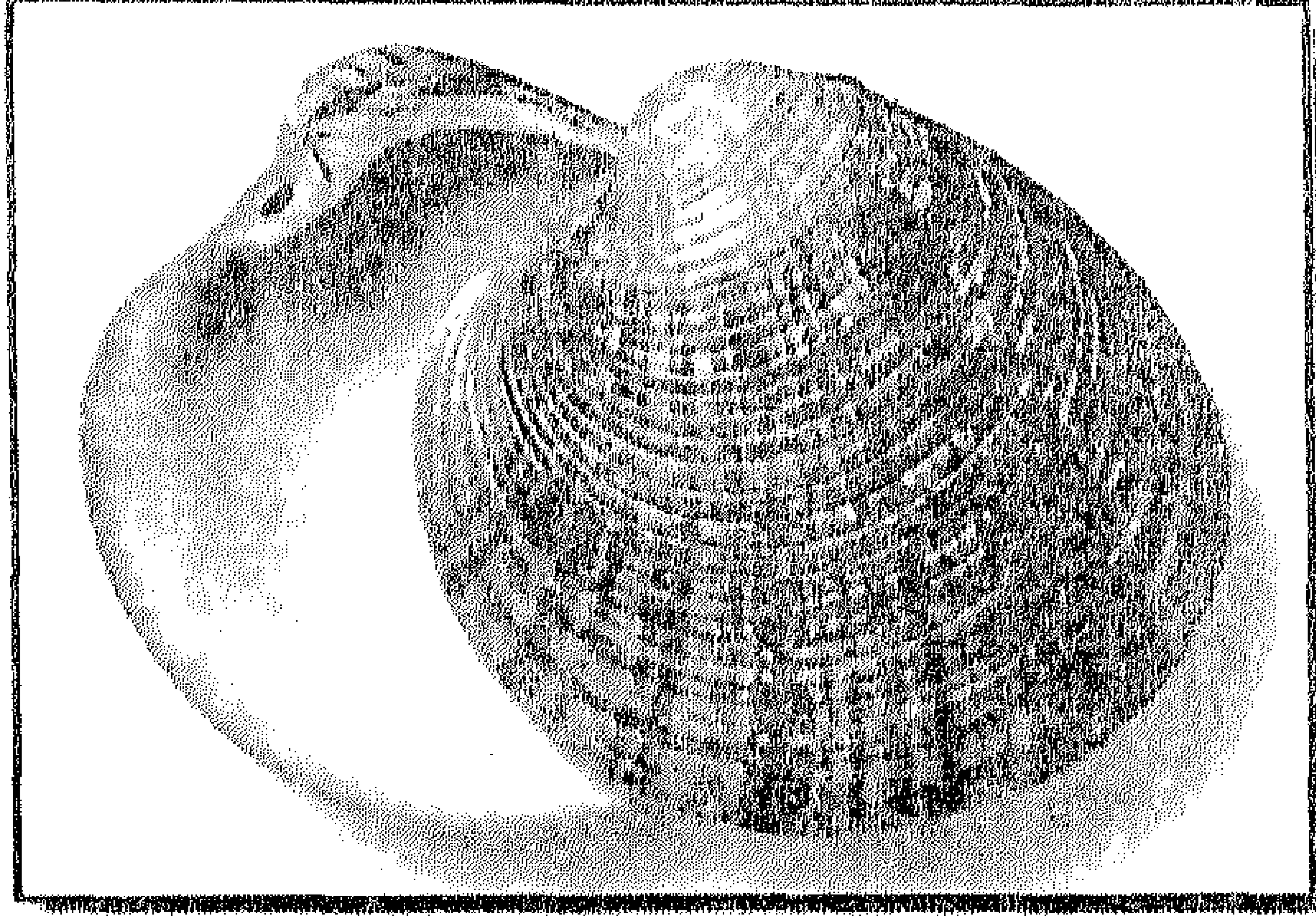
هذا النوع شائع الإنتشار في بعض مناطق خليج السويس والبحر الأحمر، في حين يوجد بكميات أقل في عدة مواقع على طول قناة السويس.



الجندوفلي المضلع

النوع: الجندوفلي الناعم(Callista erycina)

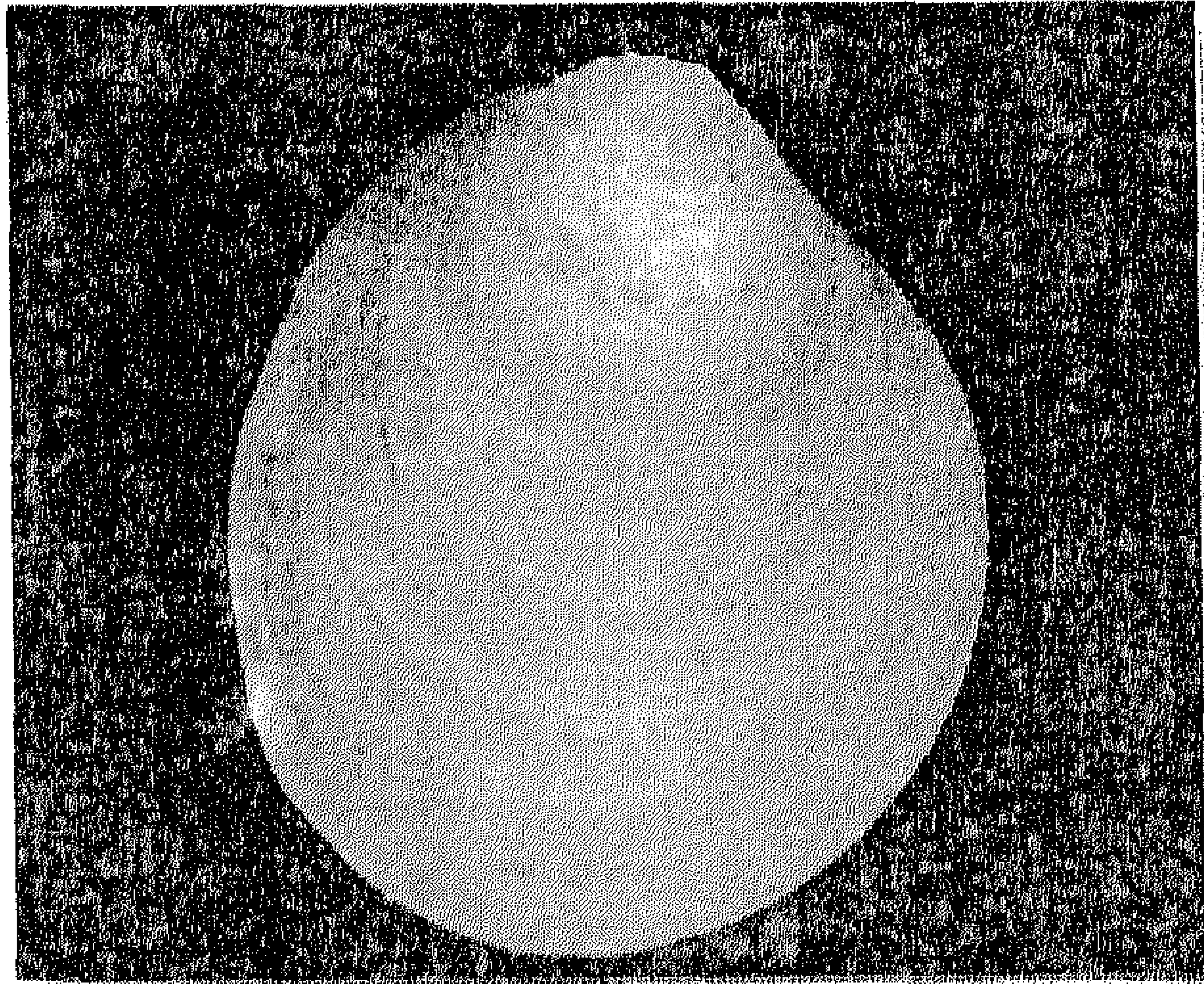
كميات معقولة من هذا النوع تتواجد في البحر الأحمر وبعض مناطق قناة السويس، بينما هناك صيد على مستوىً تجاري في بحيرة التمساح (قناة السويس).



الجندوفلي الناعم

النوع: الجندوفلي أبو رقبة البرتقالي (Circe crocea)

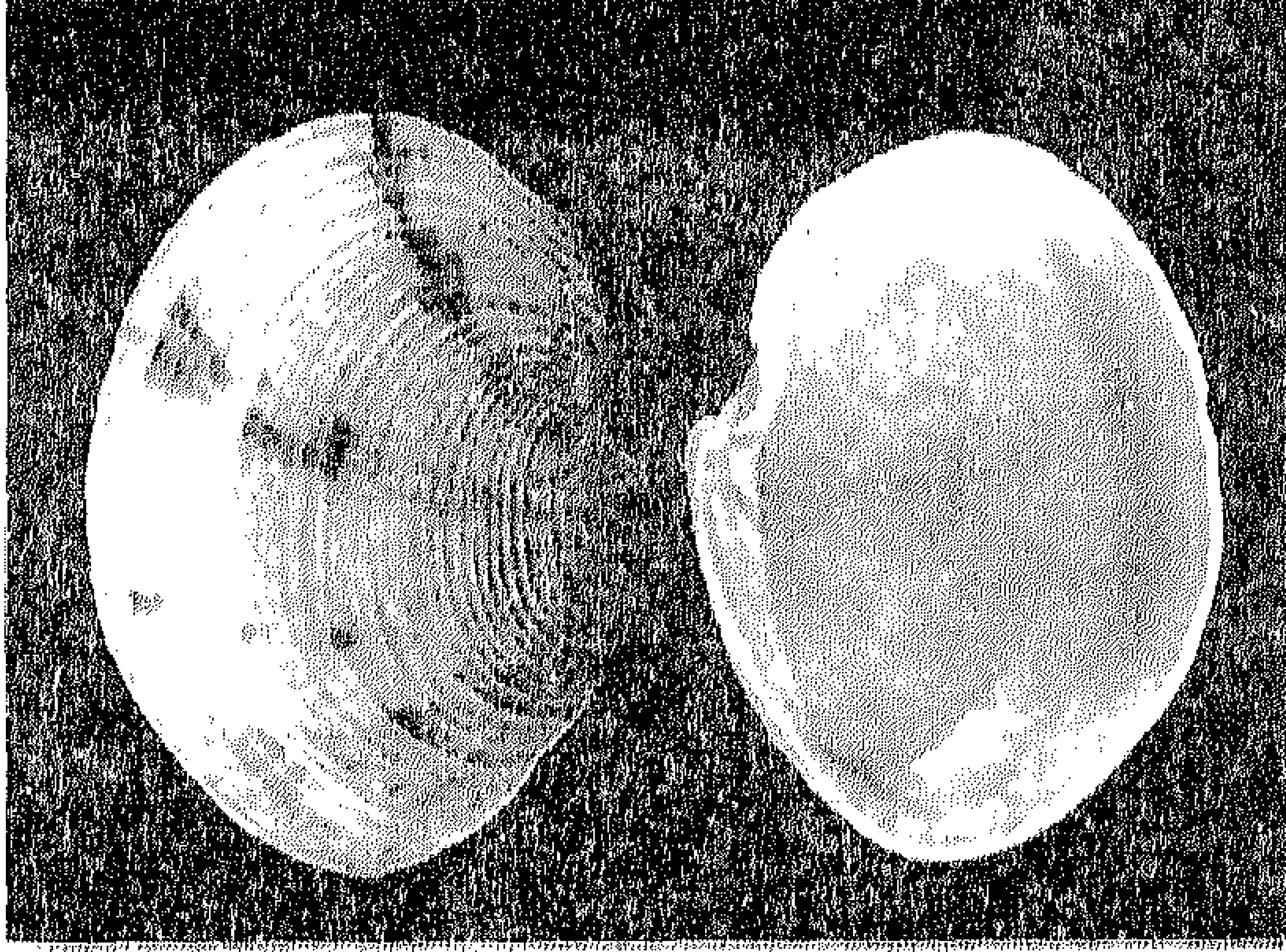
وهو نوع معروف لعامة المواطنين في البحر الأحمر وقناة السويس.



الجندوفلي أبو رقبة البرتقالي

النوع: الجندوفلي الأحمر (Dosinia amphidesmoides)

هناك صيد على مستوى تجاري لهذا النوع من البحر الأحمر وخليج السويس، وهو مستساغ بشكل جيد بواسطة السكان المحليين في هذه المناطق، في حين يوجد بكميات أقل على طول قناة السويس.

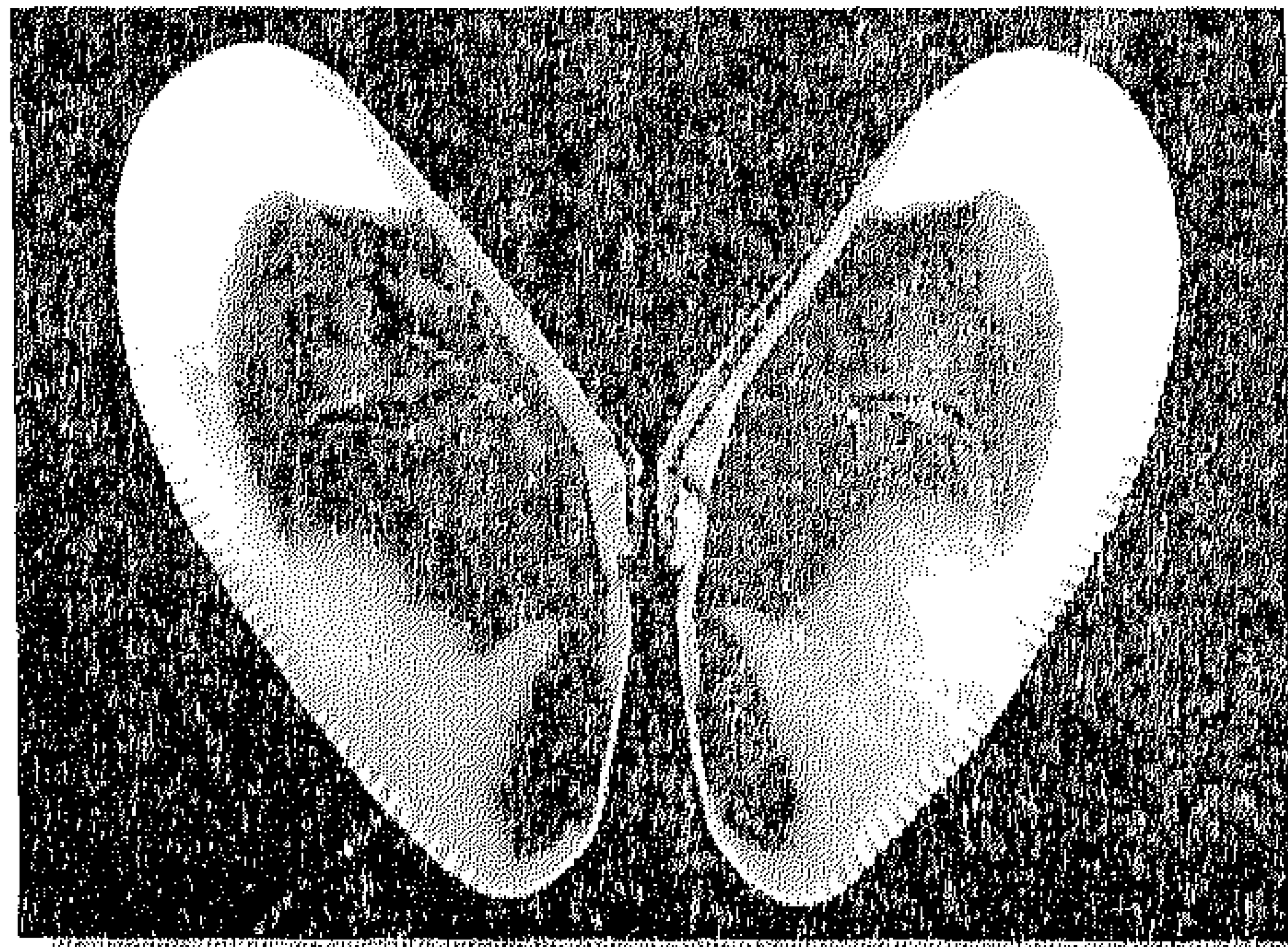


الجندوفلي الأحمر

العائلة أم الخلولية (Donacidae)

النوع: أم الخلول (Donax trunculus)

هذا النوع من أكثر الرخويات الشعبية الصالحة للأكل، حيث يُجمع كميات كبيرة من هذا النوع بشكل يومي من مناطق عديدة في البحر المتوسط، بينما يُجمع كميات أقل من البحر الأحمر وقناة السويس.



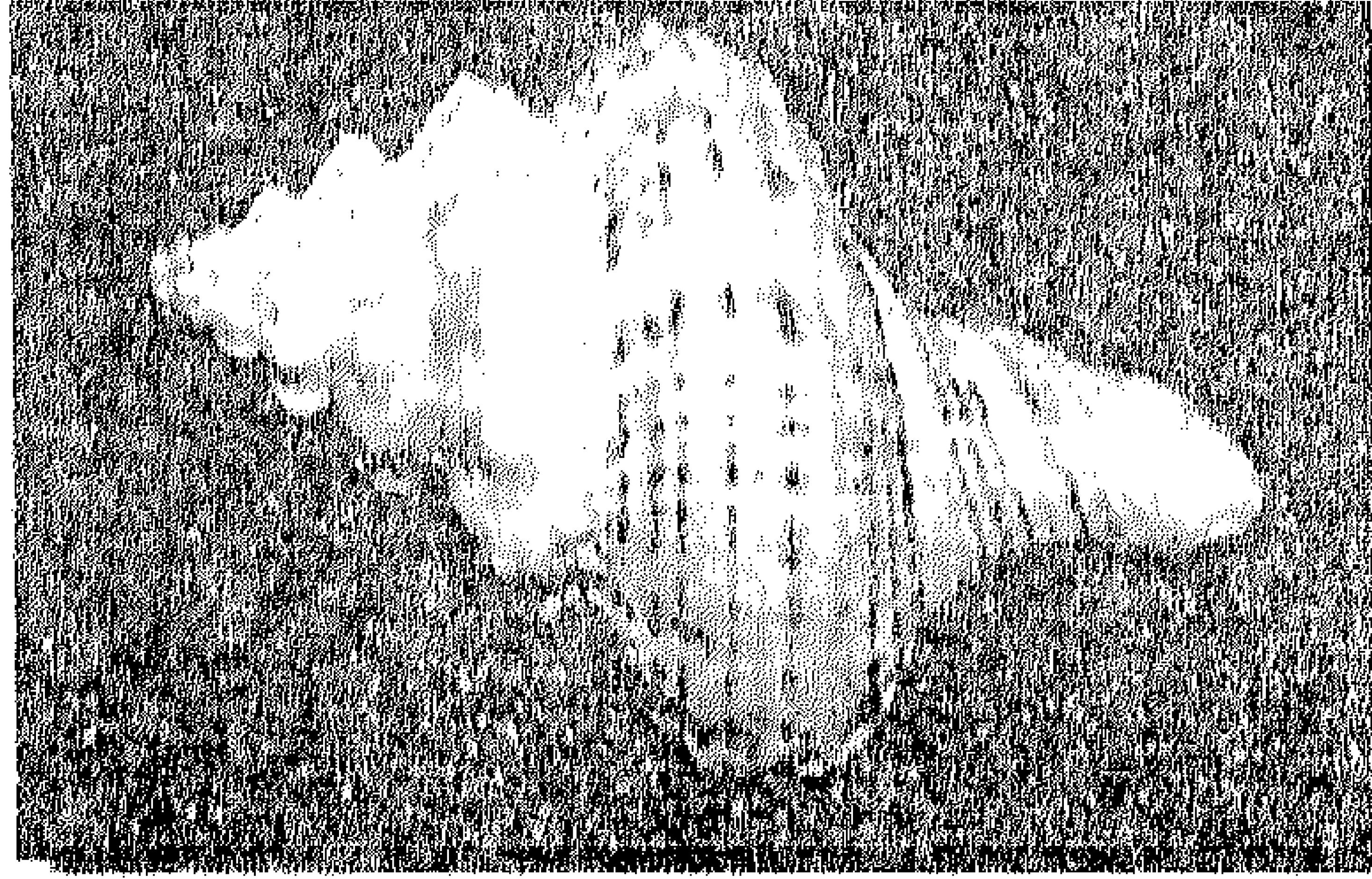
أم الخلول

ب- الرخويات بطنية القدم (Gastropods)

✓ العائلة الملخ شريفية (Fasciolariidae)

النوع: الدكر (Fusus marmoratus)

هذا النوع واسع الإنتشار وبكميات كبيرة في البحر الأحمر وقناة السويس، ولكنه أقل إنتشاراً على طول قناة السويس.

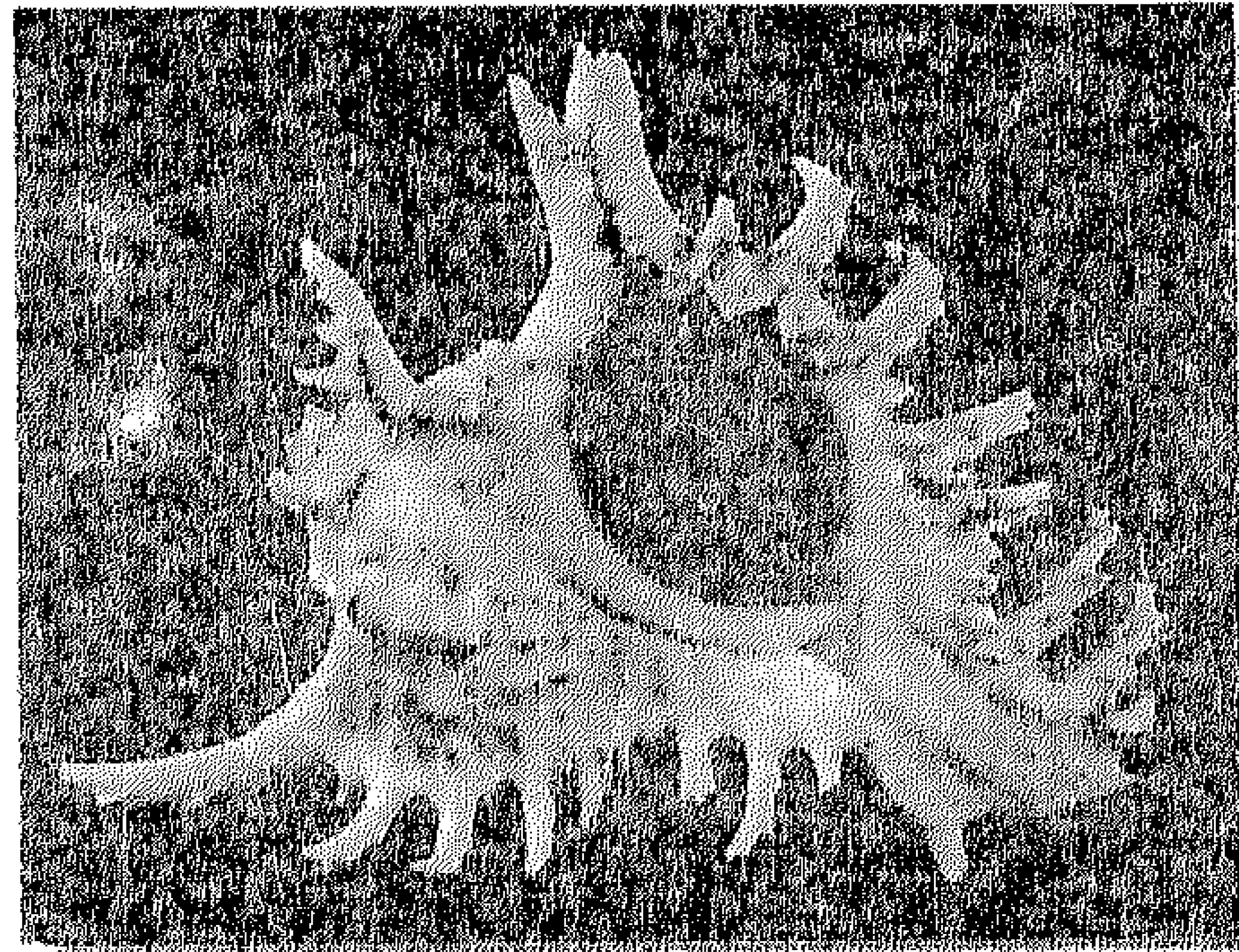


الدكر

✓ العائلة الملخية (Muricidae)

النوع: الملخ المشرشر – اللوجز (Murex ramosus)

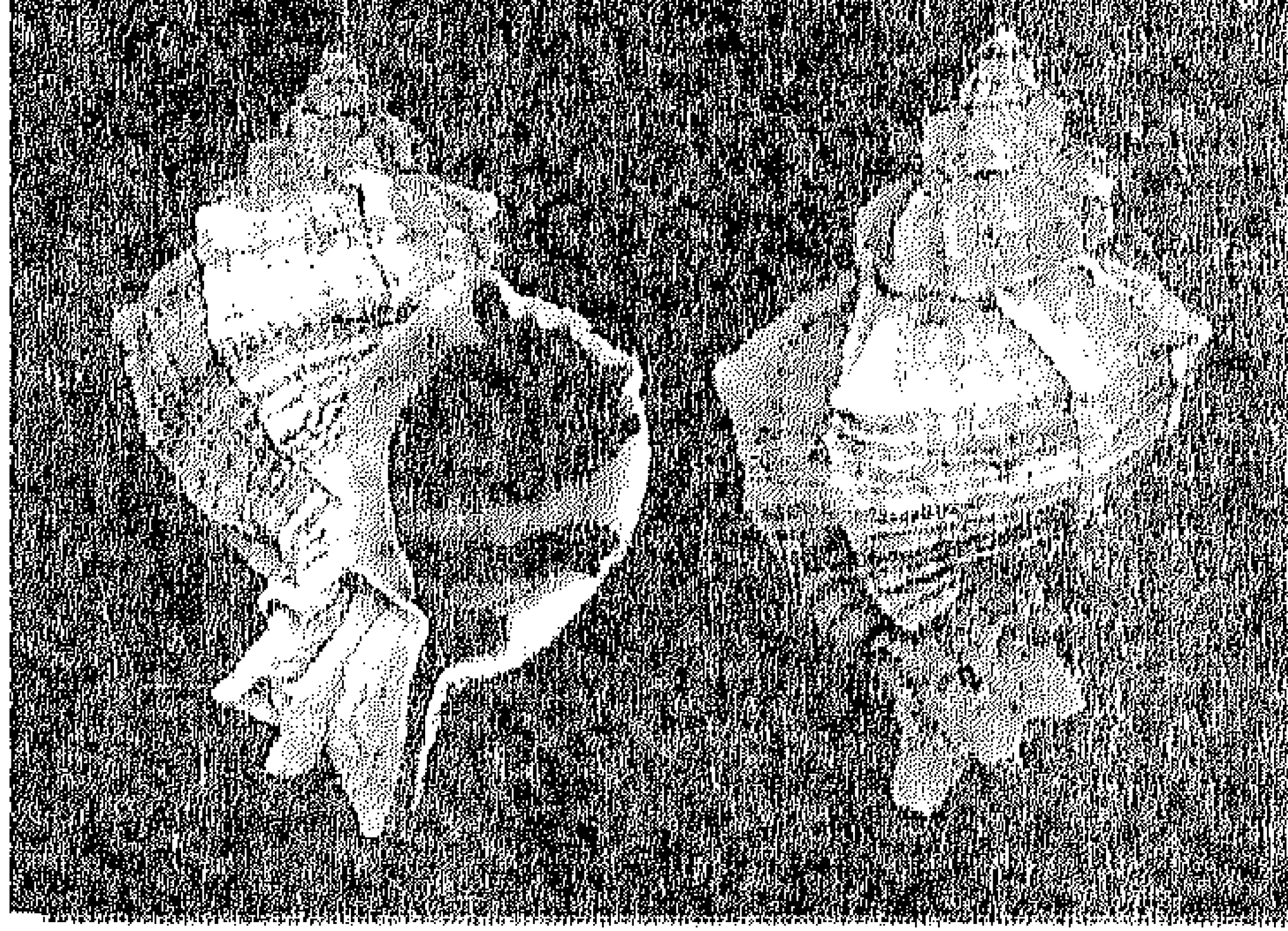
تتواجد كميات كبيرة على مستوى تجاري من هذا النوع الذي يُؤكل في البحر الأحمر وخليج السويس، لكنه ممثل بكميات قليلة في قناة السويس. وهو نوع مقيم في الرمال، يعيش بين أوراق الشعاب عند مستويات المد المنخفضة وبين الطحالب.



الملخ المشرشر – اللوجز

النوع: الجلاجولا (Truncülariopsis trunculus)

يُعتبر أحد أهم رخويات البطنقدميات الأكثر شعبية الصالحة للأكل، وهو معروف لعامة المواطنين في المناطق الساحلية، ومتواجد في عدة مناطق صخرية في البحر المتوسط، لكنه ممثل بكميات قليلة في قناة السويس.

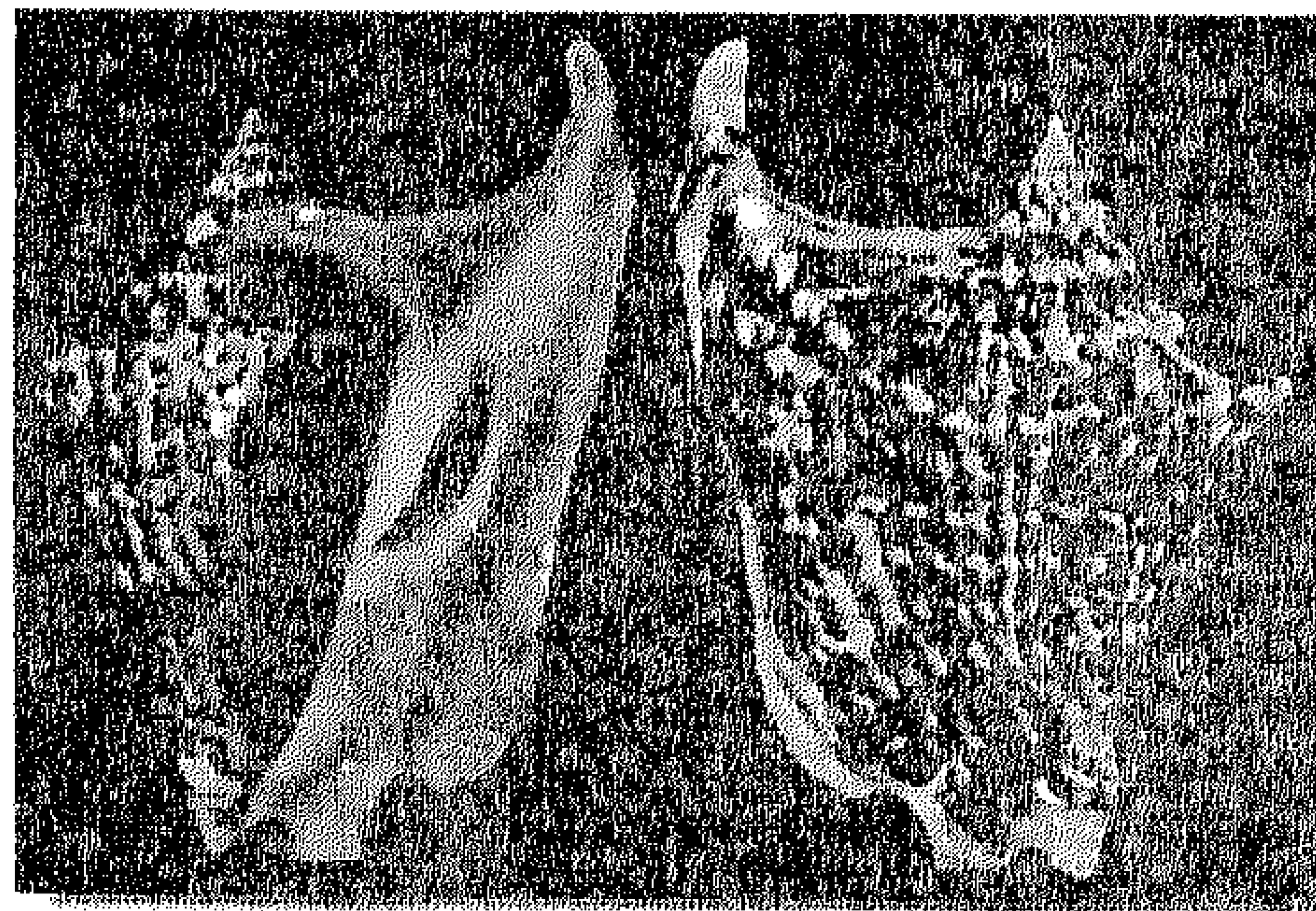


الجلاجولا

✔ **العائلة السرنباكية (Strombidae)**

النوع: السرنباك– أم جايط (Strombus tricornis)

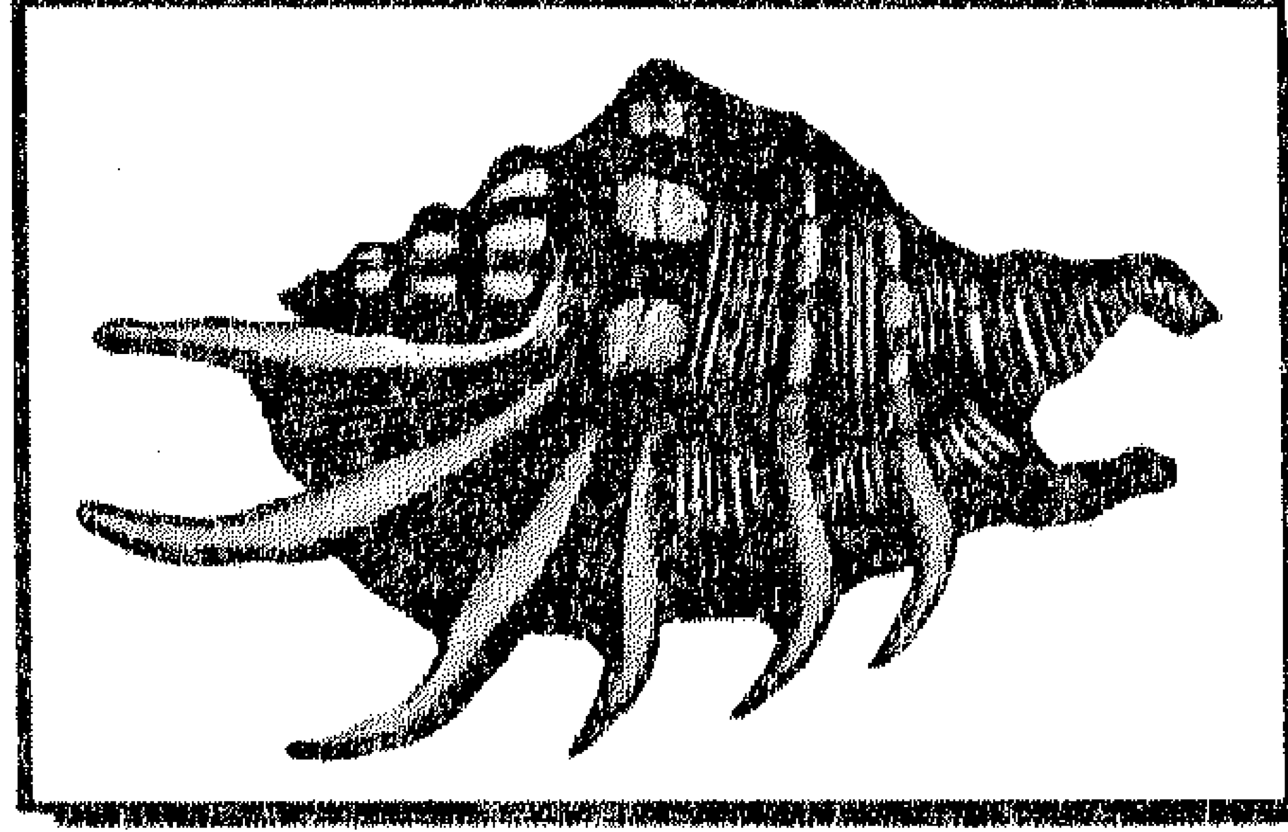
هذا النوع واسع الإنتشار في البحر الأحمر وهو ذائع الصيت لطعمه اللذيذ الذي يُقدره سكان هذه المناطق، والصدفة الكبيرة والجميلة لهذا النوع تُستخدم أيضًا في أغراض مختلفة للديكور.



السرنباك– أم جايط

النوع: السرنباك- الجمل (Pterocera bryonia)

يُعد من أكثر أنواع الرخويات شهرة في البحر الأحمر، يعيش في الأراضي التي تنتشر فيها الشعاب المرجانية، أفراد هذا النوع تتميز بكبر الحجم و الوزن. الجزء اللحمي لهذه الكائنات يُؤكل بواسطة السكان المحليين في البحر الأحمر وخليج السويس، وأيضًا تُستخدم الأصداف الكبيرة والجذابة لهذا النوع في أغراض الديكور.

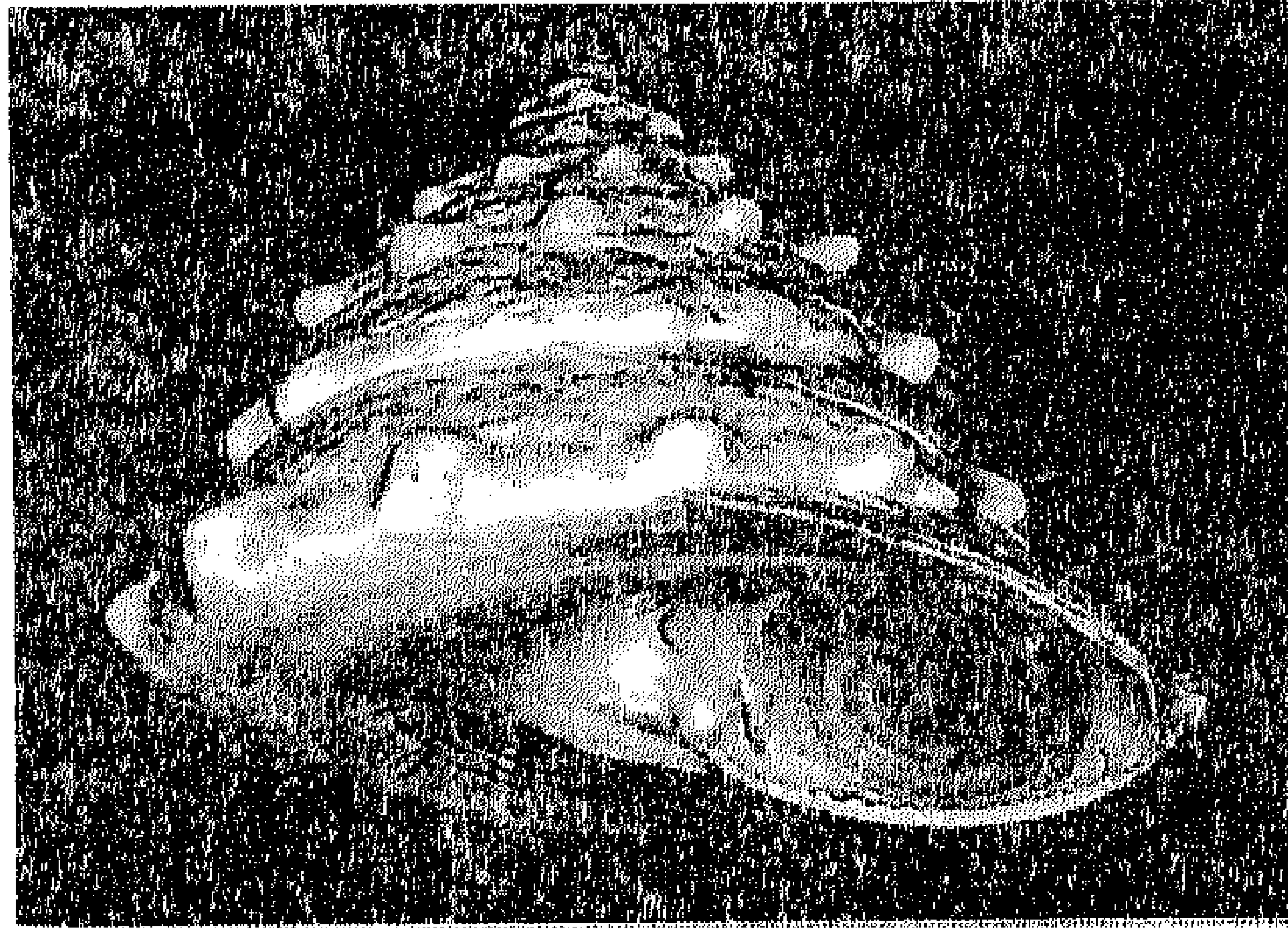


السرنباك- الجمل

✓ العائلة النهيدية (Trochidae)

النوع: النهيد المسنن (Tectus dentatus)

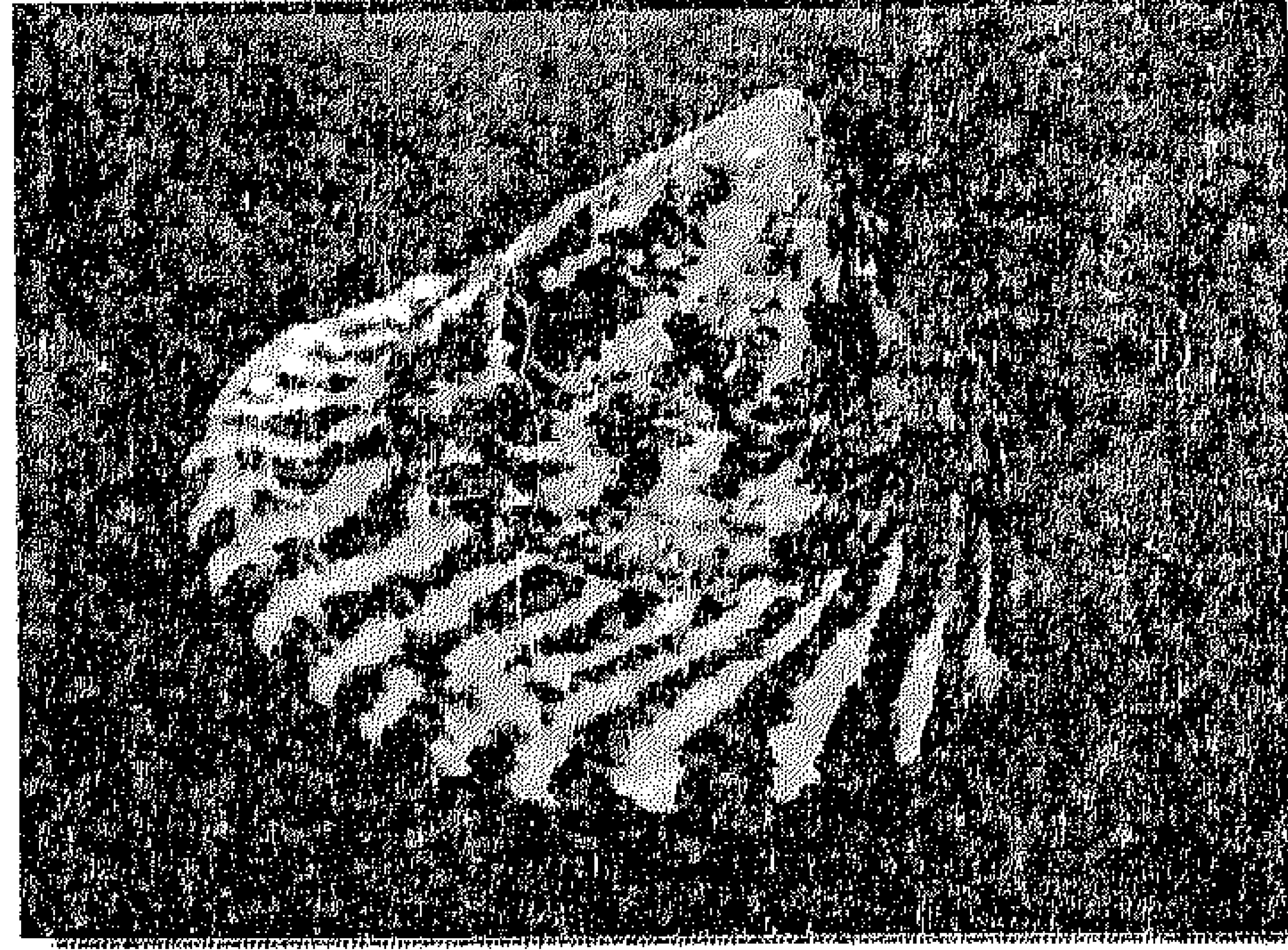
هذا النوع منتشر في عدة مناطق من البحر الأحمر، وهو مستساغ بشكل جيد بواسطة سكان البحر الأحمر، الصدفة الجميلة المنحوته لهذا النوع تُستخدم في أغراض الديكور.



النهيد المسنن

النوع: النهيد (Trochus erythraeus)

هذا نوع آخر من الرخويات الشعبية التي تُؤكل، وتوجد بكميات متفاوتة في البحر الأحمر ولكنها قليلة الإنتشار في قناة السويس.



النهيد

توصية:

يتضح لنا مما عرضناه – عبر هذا الفصل – أن المحاريات وخصوصاً ذوات المصراعين تُركز العناصر الثقيلة داخل أجسامها نتيجة لطريقة تغذيتها التي تعتمد علي الترشيح. وحيث أن هذه الكائنات تُستهلك بواسطة الأنسان فإن تركيزات هذه العناصر سوف تزيد داخل جسم الإنسان. وبما أن تركيزات العناصر الثقيلة داخل الجسم تؤثر بشكل سلبي علي صحة الإنسان، فلابد من الأخذ في الإعتبار توصيات بعض المنظمات الدولية مثل: منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة التابعين للأمم المتحدة بتقليل كمية المحاريات المُقدمة للأطفال، وخصوصاً الأطفال دون السادسة من العمر، حيث أن هؤلاء الأطفال لديهم قدرة امتصاص كبيرة تعادل حوالي خمسة أضعاف هذه القدرة في الإنسان البالغ، وبالتالي فهم معرضون أكثر لخطورة هذه المعادن الثقيلة، حيث أن تركيزات هذه المعادن داخل الرخويات لا تتأثر بأي من طرق الطهي المعروفة.

المصادر

1. قاموس العلوم المصور..
2. قاموس المورد الأساسي (دار العلم للملايين)..
3. بيولوجية الحيوان العملية – دار المعارف المصرية..
4. البحار وما فيها – روبرت كاون – ترجمة د: عبد الحافظ حلمي – مؤسسة سجل العرب..
5. عالم البحار والمحيطات – د. حسن عبد الله الشرقاوي – مكتبة جزيرة الورد بالقاهرة – 2006م..
6. أسرار البحر – رجب سعد السيد – سلسلة إقرأ 703 – دار المعارف المصرية – 2009م..
7. Hasan, A. K. (1983). Studies on the Molluscan fauna of the Mediterranean and Red Sea and their exchange through Suez Canal. Ph. D. Thesis, Fac. Sci., Cairo Univ. 367 pp.
8. Clark R.B. (1992). Marine Pollution. III Ed. pp 66-69. Clarendon Press, Oxford, U.S.A.
9. Martincié, D.; Nürnberg, H.W.; Stoeppler, M. and Branica, M. (1984). Bioaccumulation of heavy metals by bivalves from Lim Fjord (North Adriatic Sea). Marine Biology, 81:177-188.
10. De Mora, S.; Fowler, S.W.; Wyse, E. and Azemard, S. (2004). Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Gulf and Gulf of Oman. Marine Pollution Bulletin, 49:410-424.

معجم المصطلحات الواردة بالفصل

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانجليزية
أسماك الرنكة	Harengs
عجول البحر	Phogues
قريدس	Crevettes
بلح البحر	Mussels
طفرات جينية	Genetic mutation
مرض اشعاعي	Radiation sickness
رخويات ذوات مصرعين	Bivalves
العائلة الاستريدية	Ostreidae
استريديا البحر المتوسط	Lopha stentina
العائلة الصدفية	Pteriidae
الاستريديا اللؤلؤية	Pinctada margaritifera
السيريديا – الإختينيا – البلبل	Pinctada radiate
العائلة البلحية	Mytilidae
بلح البحر – أبو صنم	Brachiodontes variabilis
العائلة البصرية	Tridacnidae
البصر المستطيل	Tridacna elongate
العائلة البكلويزية	Cardiidae
البكلويز العادى	Cerastoderma edule
العائلة الجندوفيلية	Veneridae
الجندوفلي الخشن	Venus verrucosa
الجندوفلي	Chamelea gallina
الجندوفلي المصلب	Tapes decussate

Venerupis aurea	جندوفلي - خلول
Circe pectinata	الجندوفلي المضلع
Callista erycina	الجندوفلي الناعم
Circe crocea	الجندوفلي أبو رقبة البرتقالي
Dosinia amphidesmoides	الجندوفلي الأحمر
Donacidae	العائلة أم الخلولية
Donax trunculus	أم الخلول
Gastropods	الرخويات بطنية القدم
Fasciolariidae	العائلة الملخ شريفية
Fusus marmoratus	الدكر
Muricidae	العائلة الملخية
Murex ramosus	الملخ المشرشر - اللوجز
Trunculariopsis trunculus	الجلاجولا
Strombidae	العائلة السرنباكية
Strombus tricornis	السرنباك-أم جايط
Pterocera bryonia	السرنباك- الجمل
Trochidae	العائلة النهيدية
Tectus dentatus	النهيد المسنن
Trochidae	العائلة النهيدية
Tectus dentatus	النهيد المسنن
Trochus erythraeus	النهيد

(7)

التلوث البحري البيولوجي

الغزو القاتل ! !

مدخل:

تعد النظم البيئية البحرية جزءً أكبر من المنظومة المائية على كوكب الأرض، التي تغطي أكثر من 70٪ من سطح الأرض. والبيئات التي تشكل هذه المجموعة تتباين من شبكة واسعة من المناطق القريبة من الشاطيء وفيرة الانتاجية من حيث الكائنات البحرية إلى قاع المحيط القاحلة. وهي موطن لمجموعة كبيرة من مختلف الأنواع، بما في ذلك الهائمات النباتية والحيوانية التي تشكل قاعدة الشبكة الغذائية البحرية، وكذلك الطحالب البحرية وهى ليست نباتات حقيقية لأن لها أشباه أوراق، وهى تحتوي على البلاستيدات الخضراء (**اليخضور**) منتشرة وليست في خلايا مخصصة مثل النباتات الحقيقية، كما أنها تفتقر إلى الأوعية اللازمة لنقل الغذاء من التربة إلى النبات، والجذر هو مجرد تركيب بدائي فقط لتثبيت الطحالب إلى ركيزة أو دعامة ليثبت نفسه عليها، ذلك بالاضافة إلى الأعشاب البحرية، والتي هي النباتات الوعائية الحقيقية، والثدييات البحرية الكبيرة والأسماك. وتُعد الهائمات النباتية والطحالب والأعشاب البحرية الكائن الحي الأساسي في المحيط الحيوي لكوكب الأرض الذى تجلب الحياة والأوكسجين الحيوي لأنواع عديدة من الكائنات البحرية المختلفة. وهذه النباتات المائية مثلها مثل النباتات الأرضية تقوم بعملية البناء الضوئي، وهي عملية معقدة لتحويل أشعة الشمس وثاني أكسيد الكربون إلى طاقة. في هذه العملية، تمتص النباتات المائية ثاني أكسيد الكربون والماء وتنتج الأكسجين. وهكذا لولا وجود هذه الكائنات النباتية ما كان هناك وجود للبشر والحيوانات نظراً لتوازن ثاني أكسيد الكربون والأكسجين في الغلاف الجوي للحفاظ على ما لدينا.

سوف يتناول هذا الفصل الحديث عن المكونات النباتية الأساسية للبيئة البحرية، وما تلعبه من أدوار فيها.. ثم يعرض التلوث الناجم عن ازدهار الأنواع الضارة والسامة فيها.. وفي النهاية يقترح حلولاً، ويذيل ببعض التوصيات الهامة.

أولاً: الأعشاب البحرية:

تُعرف الأعشاب البحرية على أنها "نباتات بحرية مغمورة وهي من كاسيات البذور، منتشرة في جميع أنحاء العالم في المياه الساحلية الضحلة، باستثناء المناطق القريبة من القطبين وهي النباتات الوعائية التي تكون شبكة من الأوردة لنقل الأملاح المغذية والغازات المذابة حولها، وهي زهرية وتنتج البذور مثلها مثل الأعشاب الأرضية، كما لديها جذور منفصلة وأوراق أما السيقان فهي تحت الأرض وتُدعى (ريزومات). وتركيب هذه النباتات يمكنها من تشكيل شبكة واسعة تحت سطح الأرض. وجميع الأعشاب البحرية تُظهِر نوعين من التكاثر: الخضري والجنسي. وعادةً ما يسود التكاثر الجنسي في ظل الظروف البيئية المثلى، في حين أن التكاثر الخضرى هو الذي يسود في المرحلة الأكثر حرجاً بعد الاضطرابات، كتلوث البيئة على سبيل المثال. وعلى الرغم من أن التكاثر الجنسي هو المعروف لجميع الأعشاب البحرية، فيمكن للنمو الخضري أن يكون الوسيلة الرئيسية للتوسع عندما يتم تقليص هذه الأعشاب أو عندما تؤكل البذور. هذه النباتات موزعة في جميع أنحاء العالم، ولكن خلافا لغيرها من المجموعات التصنيفية فهى تظهر انخفاضاً في التنوع التصنيفي، أي العدد الكلي للأنواع (حوالي 60 نوعا في جميع أنحاء العالم، مقارنة مع ما يقرب من 250 ألف من أنواع كاسيات البذور الأرضية).

دور الأعشاب البحرية في البيئة البحرية:

تقوم مروج الأعشاب البحرية بالأدوار البيئية الهامة في النظم البيئية الساحلية، وتقدم خدمات لبعض الكائنات الأخرى ذات قيمة عالية مقارنة مع غيرها من الكائنات البحرية أو الأرضية.. **من ذلك مثلاً:**

1. تنتج كميات هائلة من المواد النباتية التي تشكل أساس كثير من السلاسل

الغذائية. وهذا الإنتاج الأساسي هو مشابه أو حتى أفضل من البيئات الأخرى عالية الانتاج، سواء على الأرض (الغابات المعتدلة والاستوائية، ومحاصيل الحبوب) أو المحيطات (مناطق الموجات المتقلبة، وأشجار المانجروف والشعاب المرجانية)..

2. تُعد بمثابة دعم للعديد من أنواع الهائمات النباتية التي تنمو على سطح أوراقها، والتي توفر انتاجية أولية قوية من المواد النباتية، بالاضافة إلى انتاجية الأعشاب البحرية نفسها، والتي تُعد طعاماً جيداً للعديد من أنواع الحيوانات..
3. يُعد الأكسجين أحد نتائج البناء الضوئي للنباتات والذي هو أساس الحياة للكائنات الأخرى كما ذكرنا من قبل..
4. تُعد الأعشاب البحرية موطنا جيداً لوضع بيض الأسماك، وبمثابة حضانة طبيعية لكثير من الأنواع.. وهي كقاعدة للسلسلة الغذائية عامل رئيسي في تنظيم المجتمعات الحيوانية والسيطرة على النظم البيئية المعقدة، وتنوع الأنواع ووفرة اللافقاريات المرتبطة بها وتعيش كل هذه الأنواع ليس فقط على سطح ورقة (ثابتة أو متحركة)، أو في الرواسب بالقرب من الأوراق ولكن - أيضاً - في المروج، والتي تحتضن أنواعاً عديدة من الحيوانات..
5. تشجع الأعشاب على ترسيب الجسيمات العالقة في عامود الماء (احتباس الرسوبيات) ومن ثم تشكل هيكلاً واحداً.. وتؤدي هذه الترسيبات بالاضافة إلى بقايا الكائنات الحية التي كانت تعيش على الأوراق والجذور إلى نمو رأسي لجذور الأعشاب وبالتالي تساهم في تكوين المروج الخضراء التي تستطيع أن تقاوم الدفن تحت رمال القاع. هذا بالاضافة إلى أن ترسيب هذه الرواسب والعمل على سكونها في المروج خاصةً الحبيبات الرقيقة منها تؤدي إلى زيادة شفافية المياه.. كما تقلل الكتلة النباتية من حدة حركة الأمواج، والتيارات..

6. تساعد الأعشاب البحرية على تطور السياحة وتقدمها وازدهار الشواطيء من خلال الحفاظ على خواص المياه وخاصة ثبات الخط الساحلي للشواطيء وحمايته من التآكل. وعلاوة على ذلك حتى وهي موجودة في صورة بقع عشبية.. فهي توفر الغذاء للكائنات الأخرى وتزيد من العائد المادي للدول مقارنة بالبيئات الأخرى الخالية من الأعشاب..

7. تقوم أوراق الأعشاب البحرية الميتة التي تتراكم على الشاطيء نتيجة التيارات المائية – أيضاً – بتكوين حواجز حقيقية قادرة على حماية الشواطيء من التآكل وعلى الرغم من مظهر الشاطيء الذي يفتقر إلى الجاذبية فهذه الأوراق عنصر لا غنى عنه في منظور حماية السواحل، وللأسف تقوم العديد من البلديات بازالتها لتجميل الشواطيء وتنظيفها غير مدركة أهميتها وفوائدها العظيمة، مما ينتج عن هذه الإزالة انخفاض كبير في خصائص الساحل..

8. تُعد الأعشاب البحرية دلائل بيولوجية على التلوث حيث أن التغيرات التي تحدث في توزيعها مثل إنخفاض الحد الأقصى للعمق الذي تتواجد فيه أو حدوث خسائر على نطاق واسع يُعد إشارة هامة على تدهور النظام البيئي..

تأثير التلوث البحري على أنواع الأعشاب البحرية:

إن الأعشاب البحرية في العالم الآن آخذة في الانخفاض بمعدل 7٪ سنوياً بسبب التلوث، وقد اختفى 29٪ من المجموع العالمي من الأعشاب البحرية. وأصبحت المروج مهددة وذلك لازدياد حاجة الإنسان المستمرة للتوسعات والبناء. وهى تدمرها مباشرة عن طريق بناء السدود أو التجريف، أو بسبب مرور سفن الصيد والسفن عامة وما تلقيه من فضلات، أو تربية الأسماك، وبناء المراسي الجديدة والمجمعات الساحلية، وإرساء االقوارب.

يأتي الخطر الأكبر من مصادر التلوث التي تأتي من الأرض وتصب في البحر وتكون غنية بالمغذيات وهي مسؤولة عن تدهور الأعشاب البحرية على النطاق الدولي والإقليمي وتسبب هذه التدخلات تغيرات في نمط الحياة النباتية مع تدهورها أو التدمير الكامل للأعشاب البحرية في المنطقة. ويؤثر التلوث العضوي الحراري تأثيراً كبيراً على الغطاء النباتي للأعشاب البحرية وأداءها. هذا بالإضافة إلى عدد من العوامل البيئية التى تكون حاسمة في ما إذا كانت الأعشاب البحرية سوف تنمو وتستمر أم ستتدهور. ومن هذه العوامل تلك التي تنظم النشاط الفيسيولوجي للأعشاب البحرية مثل درجة الحرارة، وثاني أكسيد الكربون المذاب والملوحة فضلاً عن حركة الأمواج، والتيارات، والعمق، والركيزة وطول فترة النهار، بالإضافة إلى الظواهر الطبيعية التي تحد من نشاط البناء الضوئي في النباتات مثل الضوء، والأمراض والهائمات النباتية التي تنمو على سطح الأوراق والمدخلات الصناعية (المغذيات والرواسب) التي تحول دون وصول الضوء اللازم للنمو. وتكون هذه التركيبات المختلفة من هذه العوامل مسئولة عن تحديد خواص المياه وعن إزدهار أو القضاء على الأعشاب البحرية.

أهم أسباب تدهور الأعشاب:

1- الأعمال التى تتم على الشواطيء والتغيرات التى تحدث فى الرواسب..

2- تأثير مصبات الأنهار..

3- انخفاض شفافية المياه..

4- وجود كميات كبيرة من المغذيات والملوثات الكيميائية..

5- بناء االمراسي..

6- سحب شباك الصيد..

7- المتفجرات..

8- انشاء المزارع السمكية على الساحل..

9- تركيب الكابلات وخطوط الأنابيب..

10- الإغراق وهو التخلص من الأثاث أو المواد الصلبة وخلافه..

11- المنافسة مع الأنواع الدخيلة على البيئة التى تعيش فيها هذه الأعشاب..



زوستيريا نولتاي

Zostera noltii



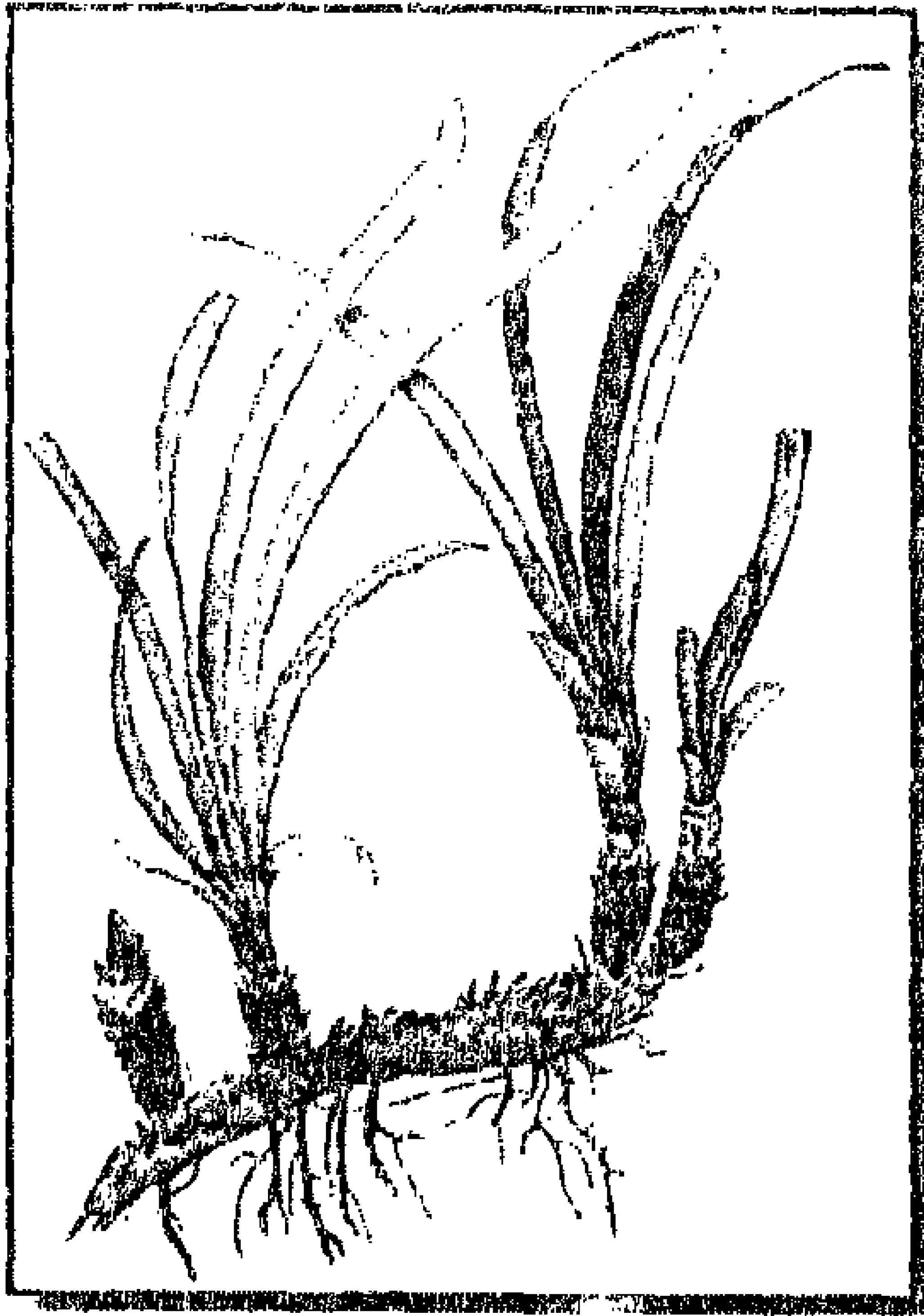
زوستيريا مارينا

Zostera marina



سيموديسيا نودوسا

Cymodocea nodosa



بوسيدونيا أوشينيكا

Posidonia oceanica

أربعة أنواع من الأعشاب البحرية المسجلة على طول السواحل المصرية للبحر المتوسط



هالوديول يونينيرفس

Halodule uninervis



سرينجوديم أيزوئتيفوليم

Syringodium isoetifoli



هالوفيلا أوفاليس

Halophila ovalis



روبيا سيرهوزا

Ruppia cirrhosa



ثالسوديندورن سيلياتم

lassodendron ciliatum



ثالاسيا هيمبريشي

Thalassia hemprichii

ستة أنواع من الأعشاب البحرية المسجلة على السواحل المصرية للبحر الأحمر

ثانياً: الطحالب البحرية:

إن كلمة طحالب (Algae) من أصل لاتيني، وهي كلمة (Alga). وهي تُسمى باللغة الشائعة بالطحالب الكبيرة والتي توجد عادة في المياه الساحلية في جميع أنحاء العالم. وهي نباتات بالرغم من افتقارها إلى ساق حقيقية وجذور وأوراق. في الحقيقة هي تتكون من شبه أوراق وشبه ساق ومثبت يشبه الجذر، ولا تملك خلايا خاصة لنقل المياه، فالمياه تمر مباشرة من الوسط المحيط الى خلايا الطحالب. وبالرغم من ذلك فهي مخلوقات ناجحة جداً. ومثلها مثل النباتات الأرضية فهي تحتوي على صبغات البناء الضوئي وتستخدم الشمس وثاني أكسيد الكربون والمياه لانتاج غذائها مع خروج الأكسجين.. **وتنقسم الطحالب إلى ثلاث مجموعات تبعا للصبغات:**

1- الطحالب الحمراء..

2- الطحالب الخضراء..

3- الطحالب البنية..

ولقد كانت أخر دراسة لاستطلاع أنواع الطحالب على طول سواحل البحر المتوسط المصري عام 1993م.. وقد أسفرت هذه الدراسة عن وجود 244 نوعاً ينتمي إلى 140 جنساً.. وللأسف لا توجد دراسات إسترشادية أخرى لهذه الأنواع لتسجيل أي تغيرات تطرأ على وجودها أو غيابها أو حتى تسجيل أي نوع دخيل على هذه البيئة البحرية بسبب تغيرات الظروف البيئية مثل التغيرات المناخية وحمضية المحيطات أو زيادة الأثار البشرية. لذلك فمن الضروري إنشاء قاعدة بيانات عن التنوع البيولوجي للطحالب وخريطة لتسجيل أماكن تواجدها في السواحل المصرية للبحر المتوسط والأحمر باستخدام التقنيات الحديثة مثل الاستشعار عن بعد.

دور الطحالب فى البيئة البحرية:

تُعد الطحالب البحرية من الكائنات الهامة فى البيئات البحرية المختلفة، فهي تمد الكائنات الأخرى بالحماية أو الغذاء. وتوفر المواد التي يهتم بها الإنسان لقيمتها. ومن المعروف جيداً أهمية الطحالب للاستهلاك البشري في كثير من البلدان مثل ماليزيا وإندونيسيا وكوريا واستراليا واليابان وسنغافورة.. فهي تُستخدم في شكل سلاطة وحساء أو جيلي أو مواد هلامية لازمة للصناعة.

ويكثر استخدام الناس الذين يعيشون على سواحل هذه البلدان للطحالب كطعام لهم. ففي اليابان يُستخدم (**الكومبو**) أو أنواع من طحلب (**اللامينارِيا**) في تحضير أطباق الأسماك واللحم والحساء، كما يُستخدم – أيضاً – كخضروات طازجة مع الأرز.. ويُستخدم (**الكومبو**) – أيضاً – على هيئة مسحوق يوضع في أنواع عديدة من الصلصات والحساء، أو يُضاف إلى الأرز بنفس طريقة الكاري.. كما يُباع (**النورى**) أو طحلب (**بورفيرا**) كأوراق يتم تحميصها لتعطى لوناً أخضراً ويقشر ثم يُضاف الى الصلصلت أو الحساء أو المرق.. وفي بعض الأحيان يغمر فقط فى المياه ثم يؤكل.. إن قيمة (**النورى**) الغذائية تكمن في محتواه العالي من البروتين (25–35%). وفي الحقيقة إن الطحالب تُعد أحد المصادر الخضراء الهامة للكلسيوم والذى يمد الأمهات الحوامل والمراهقين وكبار السن المعرضين لنقص في الكالسيوم بجرعات لا بأس بها عن طريق تناول هذه الطحالب.

بالإضافة إلى ذلك تحتوي الطحالب على كميات عالية من البوتاسيوم، والصوديوم، والماغنسيوم والفوسفور. وقد تبين أن لها تاثير إيجابى على توازن هذه الأملاح وعلى إعتدال مستوى ضغط الدم في الجسم. وبالرغم من أن الأيودين (وهو موجود بالطحالب) ليس ضروريا فقط لانتاج هرمونات الغدة الدرقية، بل قد تبين

اليوم أنه يؤدي دوراً حمائياً ضد مرض تليف الثدي وسرطان الثدي.. على أية حال فقد افترض الباحثون علاقة بين فقر الأيودين وعدد من المدخلات الصحية بما في ذلك سائر الشرور مثل مشكلات تشتت الانتباه الناتج من اضطراب النشاط المفرط (ADHD)، والمشكلات النفسية، ومن المحتمل أن تكون أنماط الأمراض التي لم تُوصف بدقة مثل الإرهاق المزمن راجعة لعدم كفاية الأيودين والمعادن الأخرى سواء في الغذاء و/أو في الجسم. وفي العديد من المرات أظهر المرضى الذين يشكون من الإرهاق المزمن وضعف المناعة تراجعاً كاملاً للأعراض بعد إضافة 5-10 جرام من الطحالب البحرية لعدة أسابيع لوجباتهم اليومية، وبالإضافة إلى ذلك فإن الطحالب البحرية مصدر للمعادن التي يحتاجها الجسم بكميات قليلة جداً، ولكن لا غنى عنها، مثل النحاس والزنك والحديد.

عند النظر للطحالب البحرية كمصدر للفيتامينات فهي تعد أغنى المصادر مثل (فيتامين A، B، E)، فهي تحتوي على مواد عديدة من المواد الحيوية والتي تبين أنها تخفض الكلسترول وتربط العناصر الحرة التي قد تسبب السرطان، كما أنها تقوي وظيفة الكلى، وتدعم التركيز الذهني، وتقي من السرطان، ومن الممكن أن تساعد في التخلص من الإشعاع الذري الذي قد يتسرب إلى الجسم.

الطحالب كمؤشرات بيولوجية على التلوث:

هناك أكثر من 3 مليار (بليون) نسمة - على مستوى العالم - تعيش قريباً من شاطيء البحر؛ ولذلك فإن المخلفات الناتجة من كل من الصناعة والمصادر البشرية وبالمثل من التدمير الناتج من المناطق السكنية، كل ذلك له تأثير ملموس على بيئات الشواطيء. وعلى نفس المستوى، فقد تم الإتفاق على مجموعة من الإجراءات لتقييم الأثر البيئى و مخاطره وذلك من أجل تدبر أثر الإنسان على

البيئات الساحلية. فلقد اعتُبِرت المحيطات من قِبَل مستودعاً ضخماً آمنا لتصريف الملوثات، وهناك الآن الكثير من الملوثات الكيميائية التى تحتوى على المركبات العضوية للكلورين ومبيدات الأعشاب والفضلات البشرية، والصرف الصحي والمنتجات البترولية والمعادن الثقيلة. كل ذلك قد أصبح الآن معروفاً بما له من تأثيرات مدمرة على بيئات المحيطات مهما أُلقيت بكميات ضئيلة. لقد نالت هذه المشكلة اهتماماً ضئيلاً حتى وقت قريب قبل القرن التاسع عشر، غير أن التأثيرات المدمرة لملوثات البيئة قد وُثِّقت توثيقاً دقيقاً في السنوات الأخيرة.

ويمكن تعريف المؤشرات البيولوجية كاستخدام منظم لردود الأفعال البيولوجية من أجل تقييم التغيرات البيئية بهدف تأسيس برنامج للتحكم في خصائص المياه. وحينما يجري هذا الفحص بدقة وبانتظام فإن الإستخدام المنتظم للكائنات الحية في عملية المسح البيولوجية، يتيح الفرصة لتقييم أثار الملوثات للبيئة المائية بطريقة أكثر واقعية. فالرخويات ذات الصدفتين، وبالذات بلح البحر، قد اختيرت ككائنات حية **(مؤشرات بيولوجية)** في برامج المسح البيئي العالمي؛ والطحالب البحرية ككائنات حية تقوم بعملية البناء الضوئى قد استُخدِمت بطريقة متزايدة كمؤشرات بيولوجية لتكشف عن المواد الحيوية الدخيلة الضارة فى البيئة البحرية، وبسبب الوجود الطبيعي للطحالب وانتشارها الواسع على كافة شواطيء العالم فمن الممكن أن تكون مفيدة لنا إذ تعطينا صورة زمنية متكاملة لردود الأفعال البيئية حين تتعرض للمركبات السامة. وسواء الطحالب الكبيرة أو الدقيقة، فكلاهما أدوات هامة تبين التغيرات الفسيولوجية في وجود المعادن الثقيلة.

من جهة أخرى، هناك طحالب يمكن أن تُعتبر كمؤشرات للمياه ذات النوعية الجيدة والمناطق غير الملوثة؛ فالجنس **(سيستوسيرا)** واحد من الطحالب ذات الكساء الخضرى والتي تنخرط فى عمليات بيئية هامة مثل دورة الأملاح المغذية،

وفقدان هذه الأنواع من الطحالب قد يكون له عواقب بيئية واقتصادية مثل تدهور المصايد المحلية بسبب النقص في انتاجية مجموعات الكائنات الساحلية كافة. وهناك بعض الشواهد التى تجعلنا نفترض أن طحلب (**سيستوسيرا**) حساس بدرجة مرتفعة للاضطرابات الناشئة عن الأنشطة الإنسانية فيميل إلى الاختفاء من المناطق المعمورة. وبالرغم من أن الآليات المسئولة عن هذه التاثيرات ليست واضحة وضوحاً تاماً، فإن ضغوطاً ما لابد أن تنشأ من التأثيرات المتضافرة للكميات الكبيرة للأملاح المغذية والمواد السامة، والرواسب في المناطق المأهولة بالسكان. ولقد افترض أن الاضطرابات الناشئة من الأنشطة الإنسانية هي السبب المباشر لفقدان طحلب (**سيستوسيرا**) في البحر المتوسط، وأن اختفاء نوع طحالب الكساء الخضري يسبب زيادة في أنواع الطحالب العشبية في الأماكن المضطربة. وهناك أنواع آخرى من الطحالب هي الطحالب المنافسة التي يمكن أن تدخل فى صراع مع الطحالب الأخرى. ولقد وُجد أن طحالب الكورالين الكلسية المتمفصلة تعيش طويلاً، فهي من الطحالب المعمرة، وهي أيضاً أنواع متنافسة بيولوجياً.

ثالثاً: الهائمات النباتية:

جاء هذا المصطلح من الكلمة اليونانية (**Phyton**) التي تعني النبات، ومن كلمة (**Planktos**) التي تعني (**المتجول**) أو (**الهائم**)، ومعظم الهائمات النباتية دقيقة جداً لا تُرى بالعين المجردة، وهي لهذا السبب تُسمى - أيضاً - بالطحالب الدقيقة، وعلى أي حال فإنها حين تكون في أعداد كافية، فإنها قد تظهر كمياه خضراء باهتة بسبب وجود الكلوروفيل داخل خلاياها (بالرغم من أن اللون الحقيقي قد يتغير بالنسبة لأنواع الهائمات بسبب تغير مستويات الكلوروفيل أو بسبب وجود صبغات إضافية مثل الفيكوبيليبروتين أو الزانسوفيل...إلخ.

تنقسم الهائمات النباتية إلى مجموعات مختلفة تضم عائلات عديدة. وأهم هذه المجموعات: الإيوجلينات (تضم اليوجلينا)، والكريزوفيتا (تضم الدياتومات)، وبيروفيتا (تضم الدينوفلاجلات)، الكلوروفيتا (الطحالب الخضراء)، سيانوفيتا (الطحالب الخضراء المزرقة) وهي كائنات بدائية النواة، لذا فإنها متضمنة – من الناحية التصنيفية التقليدية – في هذه المجموعة، لكنها في التصنيف الحديث تنضم – حالياً – مع البكتيريا فى مملكة (منيرة – Monera).

أهمية الهائمات النباتية فى البيئة البحرية:

الهائمات النباتية حيوية للغاية بالنسبة للبيئة البحرية؛ فهي منتجة للغذاء أو ذاتية التغذية، ولذلك فإنها أساس لمعظم السلاسل الغذائية؛ وفي الحقيقة فإنها المصدر الأساسى لسلسلة الغذاء بالمحيط التي تعتمد عليها حياة كل الكائنات المائية بما فى ذلك أكبر الثدييات على الإطلاق وهو الحوت الأزرق. فهي ككائنات تقوم بعملية البناء الضوئى قادرة على أن تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية وتختزنها كسكريات. فالمستهلكون – أو الكائنات غير ذاتية التغذية – يتحتم عليها أن تستهلك الطاقة التي تحولت فعلاً إلى طاقة كيميائية. فالمستهلكون يمكنهم إما أن يتغذوا على الكائنات ذاتية التغذية مباشرة، أو يتغذوا على مستهلكين آخرين. فالهائمات النباتية تتغذى عليها الكائنات الأخرى الصغيرة مثل الهائمات الحيوانية والتي تتغذى عليها الأسماك الصغيرة ثم الأسماك الكبيرة بدورها حتى نصل للإنسان.

والأكثر من ذلك فإن الهائمات النباتية هامة جداً للبيئة العالمية طالما أنها مسئولة عن نصف نشاط البناء الضوئي على كوكبنا. وهذا يعني أن ثانى أكسيد الكربون الموجود في الجو يتحول إلى سكريات، بفضل الهائمات النباتية التي تؤدي نصف العمل، وهذا يبرز أهميتها بالنسبة إلى مستويات ثاني أكسيد الكربون فى

العالم. فبدون الهائمات النباتية التي تمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو، فإن مستويات ثاني أكسيد الكربون سوف ترتفع طالما أن ثاني أكسيد الكربون سوف يستمر انتاجه في كل من المصدرين الصناعي والبيولوجي.

وكنتيجة للكتلة البيولوجية الملموسة للطحالب الدقيقة، وبمقارنة النسبة الضخمة لمساحة أسطحها إلى حجمها، فإن هذه الطحالب الضئيلة تؤدى دوراً رئيسياً في دورة الكيمياء الحيوية للأملاح المغذية والملوثات بالمحيطات. ولقد نُظِر إليها ككبد أخضر للمحيطات، والذي يعمل كبالوعات هامة للمركبات الكيميائية البيئية. ونظراً لأهميتها لدورة الملوثات بالكوكب، فإن دراسة تأثير المواد الحيوية الدخيلة على الطحالب الدقيقة يبين أن لها تأثيراً ذو أهمية محورية، وعموماً فإن التحدي هو أن المستويات المنخفضة للملوثات الموجودة بانتظام في الخلايا المنفردة قد لا تكون كافية لكي تحث التكيف الكيميائي الحيوي في الطحالب الدقيقة، بينما قد يكون التراكم البيولوجي أي تكبير هذه الملوثات داخل خلايا الهائمات الموجودة في سلسلة الغذاء قد يكون له تأثيرات مأساوية على الكائنات الحية على المستويات الأعلى في السلسلة الغذائية.



أوليفا لاكتويكا

Ulva lactuca



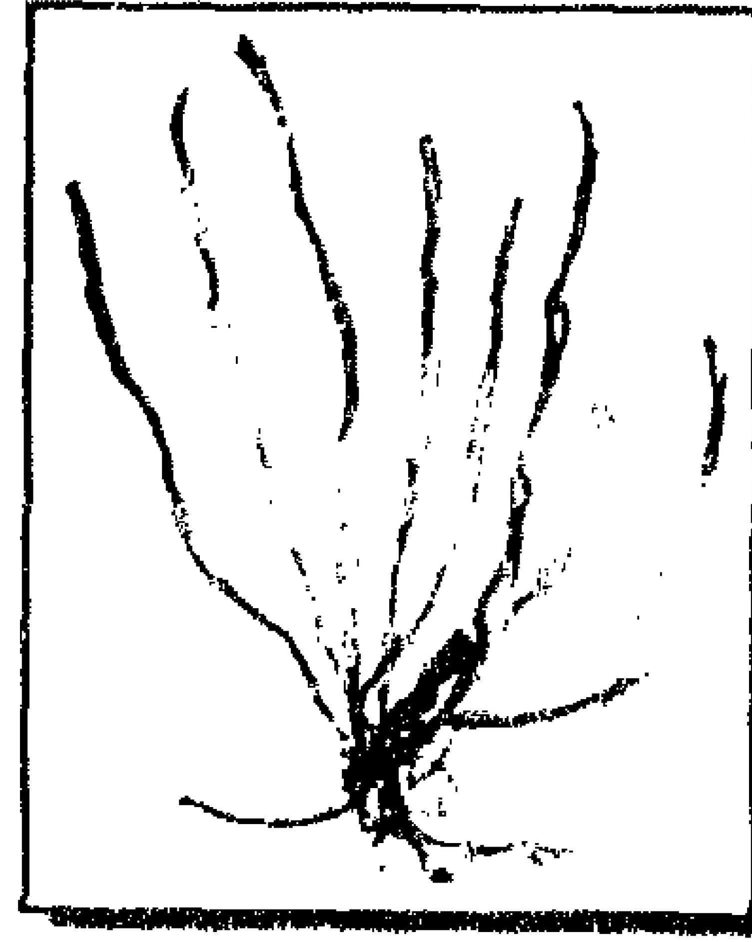
أوليفا فاسياتا

Ulva fasciata



كوديم بورسا

Codium bursa



انتيرومورفا كوميريسا

Enteromorpha compressa



بادينا بافونيكا

Padina pavonica



كولبومينا ستيوسا

Colpomenia sinuosa

بعض من أنواع الطحالب الأكثر شيوعاً فى الشواطيء المصرية للبحر المتوسط

تطبيقات الهائمات النباتية البحرية:

- ✓ كطعام خاص للكائنات الأخرى: الهائمات النباتية هي مفتاح الغذاء في كل من المزارع المائية والمزارع البحرية..
- ✓ كغذاء رائع للإنسان: فمن المعروف عادة أن الهائمات النباتية البحرية قد استُخدمت في اليابان كمكمل غذائي.. إن معظم التكنولوجيا الحيوية المرتبطة بالهائمات النباتية الدقيقة هي الطحالب الخضراء: كلوريلا ڤولجارس، هيماتوكوكس پلوڤياليس، دوناليلا سالينا، والطحالب الخضراء المزرقة: أرثروسپيرا ماكسيما؛ والتي تنخرط - فعلاً - في نشاط تجاري واسع وتستخدم أساساً كإمدادات غذائية للإنسان وكإضافات لغذاء الحيوان. ومن ذلك - مثلاً - اسبيرولينا؛ فهي طعام أو مصدر غذائي للإنسان والحيوان معاً، يُصنَع مبدئياً من نوعين للسيانوبكتريا (الطحالب الخضراء المزرقة): أرثروسپيرا بلاتينسيس، وأرثروسپيرا ماكسيما. وأرثوسبيِرا تُزرع عبر العالم، وتستخدم كمصدرغذائى كما تُستخدم كطعام شامل، ويمكن الحصول عليها فى هيئة أقراص أو رقائق أو مسحوق، وهي تُستخدم - أيضاً - كمصدر غذائي في المزارع المائية وأحواض الأسماك وفي صناعة اللحوم. وعلى كلٍ فإن اسبريولينا تحتوي على حوالي 60% (51%-71%) بروتين، بينما يبلغ مستوى دهونها حوالي 7% بالنسبة لوزنها، 14% كربوهيدرات. هل تعلم أن اسبريولينا تتيح منافع صحية هامة للشخص المصاب بسوء التغذية؟ فهي غنية بالبيتاكاروتين التى تمكنه أن يتغلب على مشاكل العيون المرتبطة بنقص فيتامين (أ). فالبروتين الموجود في هذا الطحلب الدقيق مع فيتامين (بي) المركب يصنعان تدعيماً غذائياً رئيسياً لغذاء الأطفال، إنه المصدر الرئيسى الوحيد - فيما عدا لبن الأم - الذي يحتوي على كميات ملحوظة من الحمض

الدهني (Gama-linolenic acid) الذى يساعد على تنظيم النسق

كلية. إن ملعقة طعام كبيرة واحدة يومياً، يمكنها أن تجنبنا أنيميا النقص في

وهو النقص الأكثر شيوعاً في المعادن. واسبريولينا هي من أكثر بروتينات اد

قابلية للهضم وخاصة بالنسبة للأشخاص المصابين بسوء التغذية، والذين لم تع

أمعاؤهم قادرة على امتصاص الغذاء بطريقة مُرْضِية. ولقد بينت الدراسات الإكلينيكية أنها تساعد في إعادة بناء البكتيريا الحميدة بالأمعاء.

وهذه المنافع الصحية قد جعلت منها الطعام الأفضل لاستعادة الصحة بأسرع ما يمكن للأطفال من الأمراض المرتبطة بسوء التغذية في المكسيك، وتوجو، ورومانيا، والصين، ورواندا، وزائير، وأكرانيا، وبيللاروس. ومن الممكن للعديد من توليفات الطحالب الدقيقة أو خليطٍ منها مع الأطعمة الصحية الأخرى، أن تصبح طعاماً يعرض في المحلات فى صورة حبوب أو مسحوق أو كبسولات أو بستليا أو سوائل كمصادر غذائية طالما أنها تحتوي على كميات ملحوظة من المعادن والفيتامينات والكربوهيدرات والدهون والبروتينات. ويمكنها – أيضاً – أن تُدمَج في منتجات الطعام (على سبيل المثال: الجاتو، والبسكويت، والخبز، والطعام السريع، والحلوى، والزبادي والمشروبات غير الكحولية)، طالما أنها تمتلك خواصاً هامة فريدة ومتعددة مثل: تكوين الرغوة، وإمكانية تكوين الجل (المواد الهلامية) وإفراز مواد مضادة للبكتيريا، مع الأخذ في الاعتبار التأثيرات الناتجة من الارتقاء بالصحة التي ترتبط بالطحالب الدقيقة ككتلة بيولوجية، ومن المحتمل أن تكون مرتبطة بتحسين المناعة بصفة عامة. وعلى أية حال فإن الكوريللا ڤولجارِس قد أُضيفت إلى العجائن، والتي هي مقبولة لمذاقها وسهولة تناولها، وملاءمتها وحفظها وشكلها ومظهرها؛ واستخدام المواد الغذائية التي تحتوي على خصائص وظيفية، وتمدنا بمنافع صحية معينة بجانب المواد الغذائية التقليدية هو طريق شديد الجاذبية لتصميم

منتجات غذائية جديدة؛ والدُونالِيلّلا سالينا هو أحد المصادر الأكثر ثراءًا للبيتاكاروتين الطبيعي، كما أنه يحتوي بكثرة على مختلف الكاروتينويدات الشائعة في الفواكه والخضروات؛ حيث يحتوي الجرام الواحد من الدوناليلا سالينا المجففة تجفيفا كاملاً على 10– 20 ملجم من البيتاكاروتين بالإضافة إلى الكاروتينويدات الأخرى مع المواد الغذائية. والكاروتين الطبيعي كغذاء، مضاد قوي للأكسدة، إذ يقلل بفاعلية شديدة مخاطر كثير من الأمراض المزمنة، إذ أنه يساعد في الحماية من التلف الرئيسى في الخلية المسئولة عن الشيخوخة المبكرة والمياه البيضاء في أمراض العيون، وأمراض الأوعية الدموية، كما أنه يعمل على توليد مضادات السرطان، إن البيتاكاروتين هو التركيب الأولى للفيتامين (أ) فهو مادة غذائية يمكنها أن تتحول إلى الريتينول (فيتامين أ) في الجسم طبقاً للاحتياج وإنه يوجد الأن في صورة كبسولات في بعض صيدليات الدول المتقدمة.

ازدهار الهائمات النباتية الضارة:

لأن عناصر البيئة البحرية مترابطة متفاعلة فإن تلوثها يؤثر على وجود وازدهار الهائمات النباتية مما يتسبب في أخطار أشد عظماً. ومن أوائل ما سُجّل من حوادث التسمم الغذائى القاتل، هو ما نتج من تناول السمك الصدفي التي وقعت عام 1793م حينما رسى مهندس المساحة البريطاني القبطان (**جورج فانكوفر**) في كولومبيا البريطانية (كندا الآن) في منطقة تُسمى حالياً (**خليج السم**)؛ فقد لاحظ أن القبائل الهندية في المنطقة قد حرَّمت أكل السمك الصدفي حينما تصبح مياه البحر مضيئة فسفورياً ليلاً لازدهارها بمجموعة من الطحالب الدقيقة: الدينوفلاجلات الموجودة بالمنطقة، والتي أصبحنا نعلم الآن أنها تنتج سموم الأسماك الصدفية المخدِّرة (**PSP**)، ولقد عانى المكتشف الإنجليزي القبطان (**جيمس كوك**) من

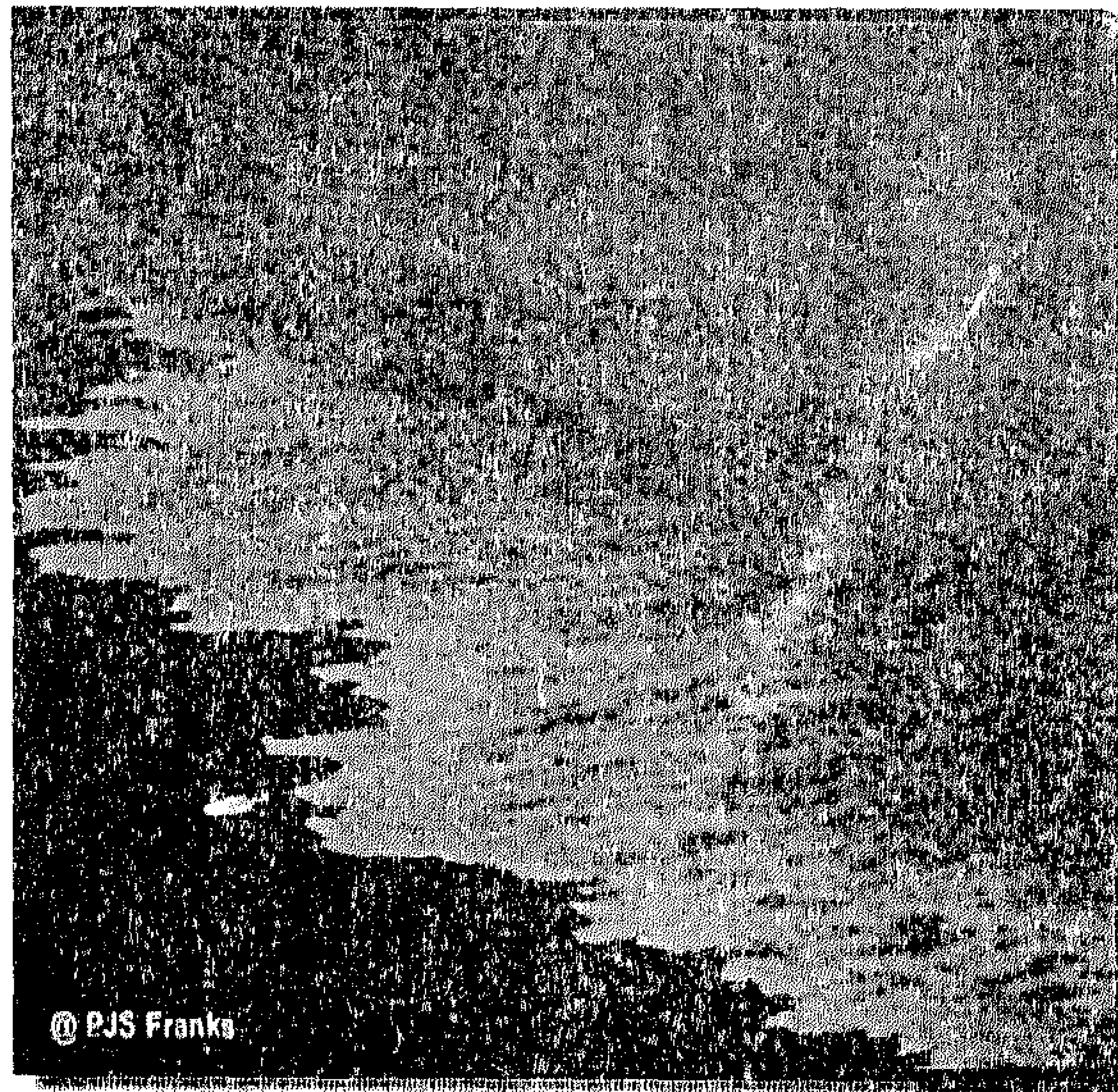
المرض الاستوائي بالتسمم الناتج من تناول سمك الـ (سيجواتيرا) حينما زار كالودنيا الجديدة عام 1774م. فلقد ظهرت أعراض التسمم التي نعرف الآن أنها بسبب الدينوفلاجلات الموجودة بالقاع، ولقد سُجّل نوع سم السمك الصدفي **(NSP)** والسمك الذي يقتل بالدينوفلاجلات **(كارينيا بريفيز) في** باكورة عام **1844م في خليج المكسيك. وفي العقود الثلاثة الماضية، أصبح ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة أكثر تكراراً وكثافة وانتشاراً. ومن المعروف أن الطحالب الدقيقة تمثل أهمية كبرى سواء في بيئة المياه المالحة أوالمياه العذبة، ومعروف – أيضاً – أن معظم أنواع الطحالب** الدقيقة ليست ضارة. وعلى كلٍ فإن ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة يمكن أن يوجد حينما تنمو أنواع معينة من هذه الطحالب الموجودة بالمياه نمواً سريعاً مكونةً رقعاً يمكن رؤيتها، والتي قد تضر البيئة سواء للنبات أو الحيوان. وازدهار الطحالب الدقيقة الضارة يمكن أن يقلل الأكسجين ويحجب ضوء الشمس الذي تحتاجه الكائنات الأخرى لكي تعيش، وبعض من الطحالب الدقيقة الضارة المزدهرة تطلق سموماً خطيرة على الحيوانات والإنسان. فازدهار الطحالب الدقيقة الضارة يمكنه أن يوجد في مياه البحر وفي المياه العذبة وفي المياه المختلطة منهما بمصبات الأنهار. ويبدو أن ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة يزداد على طول الشواطيء وفي المياه السطحية، وفي بعض الأوقات يوجد حوالي 300 نوعاً من الطحالب الدقيقة فى كتل يُطلَق عليها ازدهار الطحالب، وربع هذه الكمية تقريباً يفرز سموماً. وازدهار الطحالب الدقيقة الضارة يُسمى – أحياناً – **(ازدهار الهائمات النباتية)**. والازدهار الذي ينشأ من الكائنات التي تتضمن السيانوبكتريا والدياتومات والدينوفلاجلات قد يصبح تهديداً مباشراً لصحة الإنسان والحيوان كما بين **(WHOI)**؛ وهو برنامج للأبحاث البحرية (1998م). وليست هناك مقاييس مؤكدة لكي نميز بين النمو العادي من النمو الازدهاري للهائمات النباتية. وعلى كلٍ فإن ازدهار الهائمات النباتية

يتضمن نمطيًا من المئات إلى الآلاف من خلايا الهائمات في كل ملليمتر من المياه. وهذا القياس هو إلى حد ما ذاتي ومتغير، وهو مؤسس على أنواع الطحالب ومواضع ازدهارها، ففي المواضع التي يكون مستوى الهائمات النباتية فيها منخفضاً، فإن 100 خلية طحلب دقيق/ ملليمتر يمكن أن تعتبر ازدهاراً.

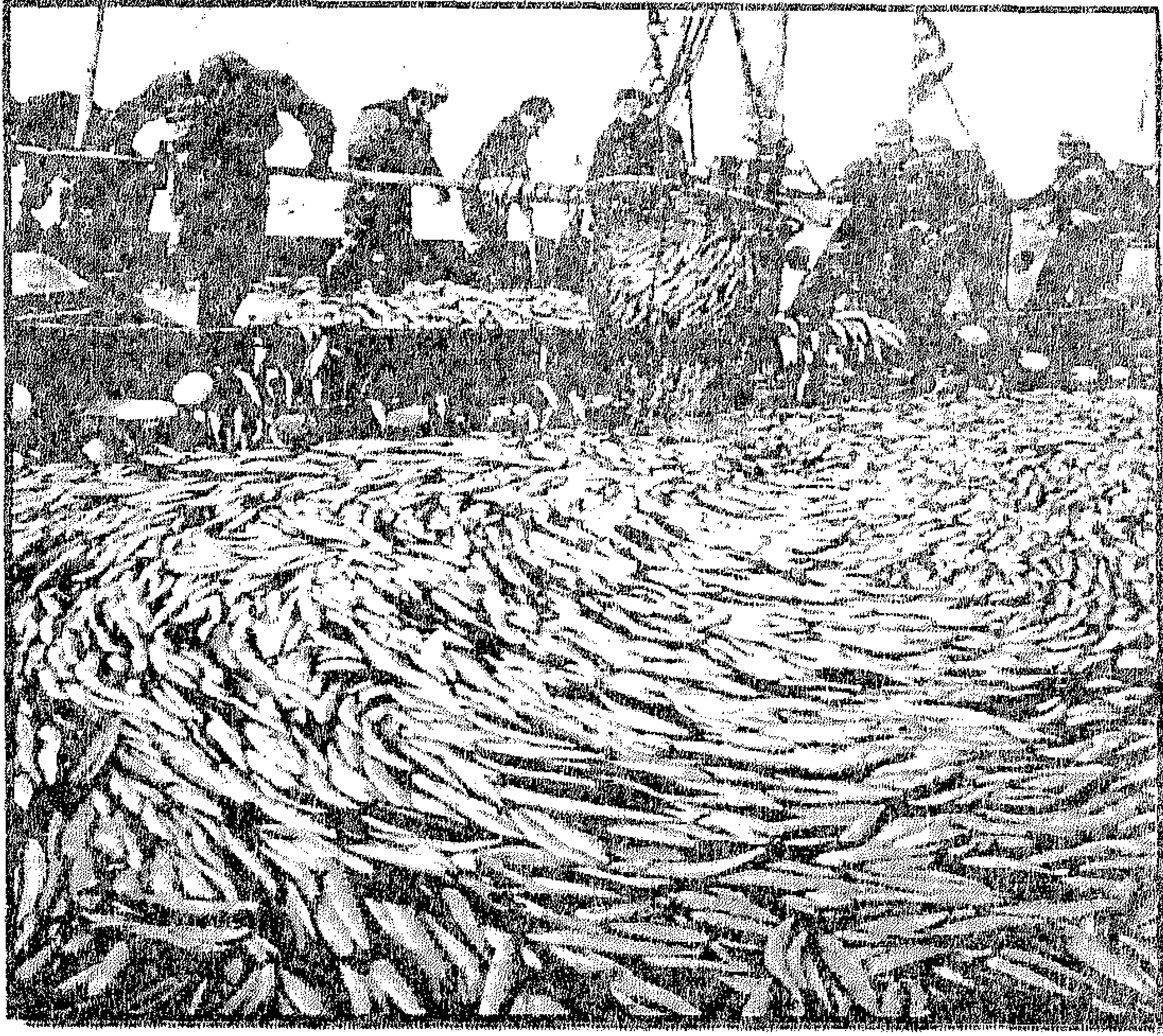
حقيقة من العسير أن نضع تعريفاً لازدهار الطحالب الدقيقة مع تمييز الأنواع التي تتسبب فيه؛ إن جميع ازدهار الطحالب الضارة سُمِّي ذات مرة (**المد الأحمر**) بسبب اللون الذى تعطيه الطحالب المعلقة في المياه، ولكن هذا الوصف قد أصبح منذ ذلك الوقت لا ينطبق على المسمَّى لأنه ليس كل ازدهار للطحالب الضارة ذا لون أحمر (فالبعض قد يكون بنياً أو أصفراً أو أخضراً)، وبعضه لا يلون المياه بتاتاً، فاللون يعطي من خلال تركيز الصبغات مثل الكلوروفيل أو الصبغات الأقل تركيزاً من الكلوروفيل. وكأمثلة لازدهار الطحالب الدقيقة الضارة (**HABs**) التي ترتبط بجعل المياه ذات لون باهت ازدهار أنواع عديدة للطحالب الخضراء المزرقة، تُرى عموماً مثل زبد أخضر أو مستعمرات طافية في البيئة الشاطئية؛ فهناك نوعان (من المد البني) هما أوريوكوكس وأوريويومبرا؛ اللذان يغيران البحيرات الساحلية إلى لون الشيكولاتة البنى الداكن؛ بينما الدينوفلاجلات من أنواع ألكسندريم وجيمنوديينيم بريڤى وانواع نوكتيلوكا تسبب احمرار المياه وازدهار الطحالب الكبيرة، وعلى أية حال فليس هناك لون يمكن ملاحظته في الأنواع الضارة الأخرى مثل الدينوفلاجلات بفستريا بيشيسيدا عديمة الكلوروفيل وأنواع عديدة من الدينوفيسيز وطحالب القاع الدقيقة (مثل جمبيريدسكس) التي تنمو على سطوح الطحالب الكبيرة في المياه الاستوائية. وكل من الـــبفستريا والدينوفيسيز تطلق السموم بتركيزات ضئيلة جداً، وعموماً أقل من 1000 خلية/لتر. وبالمقارنة فإن الطحالب الكبيرة تعتبر ضارة بسبب النمو الزائد الكثيف الذي يمكن أن يحدث في مناطق محددة مثل الشعاب

المرجانية فى المناطق الاستوائية أو المآوى الخليجية الشاطئية التي تستقبل تركيزات كثيفة من الأملاح المغذية. ومن الممكن أن تكون التراكمات لهذه الطحالب مرتفعة جداً حتى أنها تغطي القاع لمنطقة ما باستثناء مناطق الكائنات الحية الأخرى، كما تخلق بيئة يصبح الاستهلاك العالي للأكسجين فيها وحالات نقص الأكسجين مصاحباً لتحلل الكتلة الحيوية المتراكمة أو الوافدة.





ألوان مختلفة للمياه بسبب إزدهار الطحالب الضارة



نسبة كبيرة من الأسماك الميتة نتيجة إزدهار الطحالب الضارة

أنواع الطحالب الضارة المسببة للسموم:

تتواجد الأنواع المنتجة للسموم فى المجموعات الأخرى بالإضافة للدينوفلاجلات بما فى ذلك الرافيدوفايت والداياتومات والسيانوبكتريا ومجموعات أخرى مع ممثلين أقل للسمية (مثال: البريمنيسيوفايت).. **إن التجمعات الأولية للطحالب السامة طبقاً للأعراض التى تتضمن:**

- ✓ سم السمك الصدفي الذى يصيب بالإغماء **(PSP)..**
- ✓ سموم الأعصاب للسمك الصدفي **(NSP)..**
- ✓ سموم السمك الصدفي التى تسبب النسيان المرضي **(ASP)..**
- ✓ سموم الإسهال للسمك الصدفي **(DSP)..**

✓ سموم الآزاسبراسيد للسمك الصدفي (AZP) سموم سمك السيجواتيرا (CFP)..

✓ سموم السيانوبكتريا السامة (CTP)..

ولدينا – كما هو معروض في هذه المجموعة الضخمة – سمومُ الأعصاب ومولدات السرطان، وعدد لمركبات أخرى، والكيميائيات (على سبيل المثال؛ تكوينات المركبات الجذرية الحرة أو ما يُعرف بالشوارد الحرة، والتي تسبب أمراض السرطان، والأعراض التي تؤثر على موارد المعيشة أو الإنسان المعرض للكائنات الحية المؤثرة أو لسمومها التي تأتي نتيجة للتركيز الناتج من ترشيح الرخويات ذات الصدفتين أو الأسماك التي تتغذى على الكائنات الحية الدقيقة.

هذا.. ويمكن لازدهار الطحالب الدقيقة الضارة أن يأخذ أشكالاً متعددة وكل منها له تأثير وضرر مميزان على صحة البشر، كما يلي:

❖ التسمم الناتج من السمك الصدفى (PSP):

يتسبب في هذا التسمم أكثر من 20 نوع ساكسيتوكسين مختلفين.. وتنتجهم الأجناس التالية: ألكسندريم، جيمنودينيم، جونيولاكس، بروتوجونيولاكس، بيرودينيم.. إن السمك الصدفي يرشح المياه للغذاء، وبينما يتناول الطعام، فأحياناً يستهلك الهائمات النباتية المحتوية على سم الطحالب الساكسيتوكسين فيتراكم في السمك الصدفي (بلح البحر، والرخويات البطن قدمية والجمبري صغير الحجم، والاسكالوب؛ وهو نوع من الرخويات) وهى جميعا من الكائنات البحرية التي ترشح المياه لتتغذى على الهائمات النباتية الموجودة فى المياه. وعلى ذلك فإن مستوى السموم يمكنه أن يصل إلى تركيزات يصبح معها شديد الخطورة، ومميتاً أحياناً للإنسان والكائنات الأخرى، بالرغم من أنها ليست هى الأسماك الصدفية ذاتها؛ أما أعراض السمك الصدفي السام (PSP) فمنها أنها تسبب مشاكل معدية ومعوية، وأخرى عصبية ابتداءاً من الغثيان

والقيئ، والنزلة المعوية، إلى الدوخة والتوهان والنسيان المرضى، وفقدان الذاكرة الدائم، والشلل؛ وبعض هذه الأعراض قاتل، وقد قدرت سمية الـــ (PSP) بما يساوي 1000 مرة أكبر من مادة السيانيد، وتظهر الأعراض بعد تناول السمك الصدفي السام فوراً؛ وليس هناك ترياق لـــسم الـــ (PSP)، وكل الحالات تحتاج رعاية طبية قد تتطلب استخدام معدات العناية المركزة فورًا لإنقاذ حياة الضحية؛ ولكن لو كانت الجرعة صغيرة وخضع المريض لعلاج جيد، فإن الأعراض تختفي فى خلال 9 ساعات تقريباً.

❖ السمك الصدفى السام المسبب للإسهال (DSP) :

من الأنواع المنتجة لسم (الدينوفيسيز): دينوفيسيز، بروتوسنتريم.. ومن المعتقد أن سببها هو عدة سموم تشمل بِسُوتوكسين، وسموم الدينوفيسيز، وسموم البكتينو، وحمض الأوكادايك.. ومن المعروف أن بعض هذه السموم كانت نتاج الدينوفيسيز الذي تم ترشيحه بواسطة السمك الصدفي (المحاريات اللؤلؤية والاسكالوب وبلح البحر) وإسهال السمك الصدفي سائد في أوروبا، ولقد وُجِد أيضاً في شرق كندا، ولم يظهر في الولايات المتحدة؛ أما المتاعب التي تلحق بالمعدة وبالأمعاء مثل: الغثيان والقيئ والإسهال ومغص مؤلم مع الإحساس بالبرودة، والصداع والحمى؛ وليس هناك عقار مضاد لهذا النوع من السموم، ولكن الشفاء منه يحدث عادة خلال ثلاثة أيام من بدء المتاعب بدون أن تترك أي آثار جانبية. وهجوم المرض يحدث سريعاً خلال نصف ساعة أو ساعتين بعد هضم الطعام المحتوي على هذه السموم.

❖ سموم السمك الصدفي التي تُسبب التسيان المرضي (ASP):

من الكائنات المنتجة لهذه السموم، ما يلي:

✓ پسودو نيتشيا اوستراليس..

✓ پسودو نيتشيا بنجانس..

والسموم الناتجة هي حمض الدومويك، وسموم السمك الصدفي التي تُسبب النسيان المرضي (ASP) من الممكن أن تصبح عرضاً مهدداً للحياة؛ ويميزه اضطرابات مَعِدية ومعوية وعصبية، فانتفاخ المعدة والقولون يتطور عادة خلال 24 ساعة من تناول السمك الصدفي السام؛ وأعراضه تشمل الغثيان والقيئ وتقلصات مؤلمة وإسهال. وفي الحالات الشديدة تظهر أعراض عصبية – أيضاً – خلال 48 ساعة عادة من تناول السمك الصدفي السام. هذه الأعراض تشمل الدوخة والصداع ونوبات مفاجئة وتوهان وفقدان للذاكرة قصيرة المدى وصعوبة التنفس والغيبوبة. وتُنتج الدياتومات حمض الدومويك، وتقوم الأسماك ذات الصدفتين وبعض الأسماك الزعنفية بترشيح هذه الدياتومات من المياه، وفي معظم الحالات فإن حمض الدومويك يتراكم في أحشاء هذه الحيوانات. ويتراكم حمض الدومويك أيضاً في لحوم البطنقدميات. وقد وُجِدت مستويات غير آمنة لحمض الدومويك في سمك الأنشوجة وبلح البحر والبطنقدميات وفي أحشاء الكابوريا ولكن ليس في لحمها.

❖ **التسمم العصبي بسبب الأسماك الصدفية السامة (NSP):**

ويحدث ذلك بسبب سموم البريفى التى تنتجها الدينوفلاجلات (**جيمنودينيم بريفي**). ولقد وُجِد أنه يرتبط بالسمك الصدفي الذي يعيش بسواحل فلوريدا وفي خليج المكسيك. وسموم البريفي يمكنها أن تسبب أعراضاً مَعِدية ومعوية مثل الإسهال الشديد والقييء، وأعراضاً عصبية تشمل الإحساس بالشكشكة وشلل الشفتين واللسان والحلق وآلام بالعضلات وإحساس متقلب بالسخونة والبرودة. وليست هناك مضادات لكافة هذه الأعراض، ولكن استعادة العافية يحدث خلال بضع ساعات أو

أيام منذ بداية المرض مع بقاء بعض الآثار القليلة، فالهجوم سريع ويحدث خلال دقائق أو ساعات بعد تناول الطعام.

❖ التسمم الناتج من أسماك السيجواتيرا (CFP):

ومن الكائنات المنتجة لهذه السموم، ما يلي:

- ✓ جمبيريدسكس توكسيكاس..
- ✓ بروروسنتريم كونكافام..
- ✓ بروروسنتريم ليما..
- ✓ بروروسنتريم هوفمنيام..
- ✓ أوستريوبسيس لينتيكولاريس..
- ✓ أوستريوبسيس سيامنسيس..
- ✓ كوليا مونوتيس..
- ✓ أمفيدينيم كارتريه..

وتسببها سموم مختلفة متعددة شاملة سيجيواتوكسن وسكاريتوكسين وحامض الأوكادايك. ومن المعروف أن بعض هذه السموم تنتجها نوع من الدينوفلاجلات هو (جمبيريدسكس توكسيكاس)، والتي توجد بصورة طبيعية فى المنطقة الاستوائية وشبه الاستوائية وتتناولها الأسماك العشبية (الآكلة للنباتات) وتسبب الإسهال والقيئ وآلاماً شديدة متبوعة بآلام في العضلات ودوخة والقلق والعرق وإحساس بالشكشكة واضطراب في ضربات القلب وانخفاض في ضغط الدم. والطحالب الدقيقة المنتجة لسموم السيجواتوكسن تعيش ملتصقة بالأعشاب البحرية، وهي تستهلك أولاً عن طريق أسماك الشعاب المرجانية الآكلة للأعشاب. وهذه الأسماك تُؤكل بدورها بواسطة آكلات لحوم أكبر منها، وهي من الناحية الاقتصادية أسماك زعنفية قيمة. والسموم باعتبارها دهون قابلة للذوبان، تتحول وتتعاظم خلال السلسلة الغذائية،

ويوجد الكثير منها مع الملوثات مثل الـ (د. د. ت.)، والـ (PCBS)، وذلك يعني أكثر الأسماك خطورة كغذاء هي الأكبر حجماً والأكبر عمراً، ومع ذلك فهي الأكثر تفضيلاً. والسيجواتيرا مسئولة عن الكثير من أمراض الإنسان: من 10000– 50000 حالة سنوياً، أكثر من أي سموم أخرى ممكن أن تكون موجودة في الطعام البحري الطازج.

❖ أعراض الأمراض المحتملة المرتبطة بمصبات الأنهار:

هذا مصطلح غامض يعكس حالة العجز عن معرفة صحة الإنسان المتأثرة بطحلب (بفستريا بيشيسيدا) والكائنات المرتبطة بها؛ فالإنسان المعرض لهذه الطحالب الدقيقة في مصبات الأنهار سوف يتعرض لقصور في التعلم والذاكرة وشقوق فى البشرة وآلام في العينين وآلام حادة أثناء التنفس.. ففي عام 1997م تسبب ازدهار هذا النوع في موت كثيف للسمك في شاطيء ميري لاند الشرقي، مما أدى بالمستهلكين لأن يتجنبوا كل منتجات البحر من الأطعمة بالمنطقة بالرغم من التأكيد لهم بأنهم لم يكتشفوا سموماً في منتجات الأطعمة البحرية.

❖ ازدهار الطحالب بدون إفراز السموم:

هناك ازدهار للطحالب الدقيقة تسبب في كارثة فقدان السمك المستزرع والطبيعي، ولكنها مع ذلك لا تسبب المرض للإنسان؛ مثل هذا الازدهار حدث بسبب طحلب الرافيدوفايت الفلاجلات الهيتروسيجما الأكاشيو، وأيضاً بواسطة أنواع قليلة من جنس الدياتوم كيتوسيراس، التي تسد خياشيم السمك.

❖ سيانوهاب Cyano H A B:

إن ازدهار السيانوبكتيريا الضارة (HCB) ينتج من النمو المتكاثف لأنواع معينة للسيانوبكتيريا (البكتريا الخضراء المزرقة)، والتي ظن الباحثون في أول

الأمر أنها طحالب خضراء مزرقة، والسيانوبكتيريا مفيدة بصفة عامة. ومن المعتقد أنها مسئولة عن انتاج الأكسجين الذى غَيَّرَ جو الأرض منذ أكثر من 2000 سنة مضت. ومع ذلك فهناك أنواع قليلة تنتج سموماً تؤثر على الأعصاب ونسيج الكبد وخلايا أخرى في مختلف الثدييات والطيور والأسماك واللافقاريات. هذه السموم تُختزن في السيانوبكتريا ويمكن أن تنطلق في المياه المحيطة حينما تموت خلايا البكتيريا أو تتفتت. ويمكن للإنسان أن يتعرض لسموم السيانوبكتيريا عن طريق الشرب أو السباحة في مياه تحتوي على خلايا البكتريا و/ أو السموم، وكذلك عن طريق التنفس للرذاذ المحتوي على السموم أو الخلايا. فإن مثل هذا الرذاذ – على سبيل المثال – يمكن أن يُنتَجَ بواسطة الأمواج المتكسرة على الشاطيء، أو عن طريق رش الحدائق بمياه ملوثة، وأعراض التسمم بالسيانوبكتيريا تتجلى في الغثيان والإسهال وآلام بالمعدة وصعوبة في التنفس ووجود الحساسية وآلام بالبشرة وتلف بالكبد وأعراض عصبية مثل الشكشكة فى أصابع اليدين و القدمين. ويمكن أيضاً للـــ (HCBs) أن يسبب ازدياداً في عكارة المياه مع تقليل اختراق الضوء لها. هذا النمط من حجب الضوء قد تسبب، فى تدمير النباتات المغمورة فى المياه خاصة الأعشاب البحرية التى تنمو على قاع البحر، وبالمثل فإن القيعان المغطاة بالإسفنج والشعاب المرجانية تعاني أيضاً من حجب الضوء. أما أنواع السيانوبكتيريا التى تكون (سموم السيانو HABs) في المياه العذبة فهي كما يلي: ميكروسيستيس أيريجينوزا، أنابينا سيسيناليس، أنابينا فلوس أكوا، أفانيزوميتون فلوس أكوا، سيلاندروسبرموبسين راسيبروسكياي.

❖ **سموم السيانوتوكسينات:**

سموم السيانوتوكسين (**Cyanotoxins**) هي مجموعة من المواد الكيميائية المتنوعة، والتي يمكن أن تُصنَّف باستخدام تأثيراتها السمية المحددة، **وأشهرها**

كما يلي:

- ✓ النيروتوكسينز وهو يؤثر على الجهاز العصبي..
- ✓ أناتوكسين-أ..
- ✓ أناتوكسين-أ (س)..
- ✓ ساكسيتوكسين..
- ✓ نيو ساكسيتوكسين..
- ✓ هيباتوتوكسين ويؤثر على الكبد..
- ✓ ميكروسيستينز..
- ✓ نودولارينز..
- ✓ سيلاندروسبرموبسين..

العوامل التي يمكنها أن تتسبب في ازدهار الطحالب الضارة سموم (الهاب HAB):

يتأثر ازدهار الطحالب الضارة بمجموعة من الظروف الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والهيدرولوجية والمتيورولوجية، وكل ذلك يجعل من الصعب أن نعزل عوامل بيئية معينة تسبب الازدهار؛ فالأضرار الممكنة تتضمن الهبوط بخواص المياه وتراكم الزبد ذي الرائحة الكريهة في الأماكن الشاطئية شبه المغلقة، وتواجد طحالب دقيقة سامة لها القدرة الكافية على تسميم الكائنات الحية المائية والأرضية، وكذا طحالب دقيقة تنتج هي الأخرى مركبات ذات رائحة وطعم تتسبب في وجود مياه وأسماك غير صالحة. إن ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة مشكلة عالمية إذ تُسمّم المياه العذبة و/أو الطحالب البحرية، كل ذلك قد أصبح بالتالي له دور فى التسبب في الأمراض التي تصيب الإنسان وتصل به أحياناً إلى الوفاة في حوالي 45 دولة عبر العالم.

والآن دعونا نتحدث عن أهم هذه العوامل بشيىء من التفصيل...

1- الحالة الغذائية المعينة للمياه:

أحد الأسباب في ازدهار الطحالب – سواء كانت نافعة أو ضارة – هو تحرك سلسلة غذائية ما في اتجاه زيادة الكتلة الحيوية النباتية بإضافة مواد صناعية وطبيعية مثل النترات والفوسفات من خلال الأسمدة أو تسلل مياه الصرف الصحي إلى نظام مائي معين، وهذا يعني – بكلمات أخرى – الازدهار أوالزيادة العظيمة للهائمات النباتية في كتلة من المياه؛ هذه الظواهر تدعم – بصفة عامة – النموالكثيف للنبات، خاصة الطحالب البسيطة في التركيب والكائنات الحية الدقيقة، وكل ذلك يؤدي إلى تدهور شديد في نوعية المياه. إن السماح بالنمو للنباتات أو الهائمات النباتية بالمياه سوف يسبب خللاً في الوظائف العادية للبيئة مسبباً العديد من المشاكل مثل نقص الأكسجين الذي تحتاجه الأسماك والسمك الصدفي لبقائهما على قيد الحياة، وبالإضافة إلى ذلك تنشأ تأثيرات بيئية عديدة مثل تناقص التنوع البيولوجي والتغيرات في تكوين الأنواع وسيادتها، كما سيعمل على زيادة تكرار ازدهار الطحالب الضارة.

2- دخول أنواع غريبة من خلال تغيير ماء الصابورة:

تقوم طلمبات الشفط المثبتة بهيكل السفينة تحت خط المياه بسحب المياه اللازمة للصابورة (مياه التوازن) لتغييرها كل فترة بعد قذف المياه القديمة، وهذه المياه تستخدم لحفظ توازن السفينة وأعمال المناورة في البحار المضطربة كما تُستخدم حينما تكون شحنة السفينة أقل من كتلتها المقررة لها، أو أثناء الترانزيت لشحن بعض البضائع أو إنزال بعضها الآخر قبل استكمال رحلتها إلى أى ميناء آخر، لذلك فإن مياه التوازن من المحتمل أن تكون خليطاً من مياه موانيء عديدة، وفي العادة فإن هذه المياه تُقذَف في البحر حينما يريد قائد السفينة تعويمها عند دخوله

مياها قليلة العمق؛ لذلك فإن مياه التوازن المقذوف بها إلى البحر كثيراً ما تحتوي على مواد حيوية متعددة بما في ذلك النبات والحيوان والفيروسات والبكتيريا. فهذه المواد إذن غالباً ما تحتوي على أنواع من الكائنات دخيلة على المكان الذي تُلقى فيه حتى أنها تسبب تخريباً بيئياً واقتصادياً شديداً للبيئة المائية، بالإضافة إلى ذلك فإن قذف مياه التوازن – مع وجود مصادر التلوث البحري الأخرى – تجعل من المحتمل أن يسبب تغييرات في نمو أو إيقاف نمو دورات الهرمونات والعيوب الخِلقية وتعطيل جهاز المناعة والاضطرابات التي تؤدي إلى السرطان والأورام والشذوذ المرضي للجينات وربما الوفاة للكائنات الحية الأخرى. لذلك فليس من الغريب أن انتشار الكوليرا قد يرجعونه أحياناً إلى هذه الأعمال الخاصة بالسفن، "والأبحاث الجارية تبين أن البكتيريا مسئولة عن الكوليرا، فـ **(فيبرو كوليرا)** يمكنها أن تنتشر من خلال الاتصال بالكائنات الحية البحرية الدقيقة الموجودة في مياه التوازن بالسفن".

3- درجة حرارة المياه:

قد ينتج عن تغير درجات الحرارة، اتساع مديات أكبر لوجود أنواع عديدة من الطحالب الدقيقة الضارة بالمياه الدافئة مثل: **(جمبيريدسكس توكسيكاس)**، والتي كانت واضحة بوجود الكميات الكبيرة والانتشار الممتد للـ **(جمبيريدسكس توكسيكاس)** في مناطق خطوط العرض الأعلى كرد فعل لارتفاع درجة حرارة سطح المياه أثناء المراحل الدافئة التوزيع المناخي الدوري؛ كل خمس سنوات تقريباً لمنطقة المحيط الهاديء الاستوائية. وفي حالات أخرى فقد لوحظ أن درجات الحرارة المنخفضة تقلل معدل النمو وترفع تركيز نوع السم **(پاراليتيك شيلفيش پويزونينج)** الذي تنتجه الدينوفلاجلات مثل: **(جيمنودينيم كاتيناتم وألكسندريم كاتينيللا**

وألكسندريم كوهورتيكولا).. وهناك تأثيرات غير مباشرة لازدياد الحرارة قد تكون مشجعة لازدهار الطحالب، وعلى سبيل المثال فإن إحداث مرض إبيضاض الشعاب المرجانية يفسح المكان للطحالب الكبيرة لتكوين المستعمرات، ويجعل من الممكن الحصول على بيئة سكنية أكثر للدينوفلاجلات السامة التي تنمو بالأعماق على أسطح النباتات القاعية.

4- تدرج المياه:

إذا درَّجنا أعمدة المياه، وجدنا أنها تتكون من طبقات لها خصائص (كالكثافة وتركيز الأملاح المغذية ودرجة الحرارة والملوحة...إلخ)، وهذه الخصائص تتغير بسرعة مع تغير العمق. وهذا التدرج يحدث في المياه عندما يكون الخلط الذي يحدث بفعل الرياح وانخفاض مديات المد والجزر ضئيلاً، إذ تعمل هذه العوامل على تقليب المياه، وبطبيعة الحال سيعمل تقليب المياه على تقليب الأملاح المغذية بالمياه السطحية ونمو الهائمات النباتية وإمكانية الحصول على الأكسجين الذائب للمياه العميقة كما تؤثر هذه العوامل – أيضاً – على مدى اجتياح الملوّثات. والتدرج في مياه البحار يحدث – بدرجة كبيرة – بواسطة درجة حرارة المياه والملوحة، فالمياه الباردة و/أو الأكثر ملوحة تكون أكثر كثافة فتميل إلى أن تغوص إلى أسفل بينما المياه الأكثر حرارة و/أو أكثر عذوبة تبقى فى الطبقات العليا، وكنتيجة لذلك فإنه من الصعوبة خلط المياه العذبة بدفعها إلى أسفل في العمود المائي، والمياه الغنية بالأكسجين تبقى مقيدة بالسطح. وكلما زاد التدرج لعمود المياه كلما أدى ذلك إلى الاختناق حيث يعني "أكسجيناً أقل" (أقل من 2-3 ملجم/ لتر). والنقص التام للأكسجين يُسمى (**أنوكسيا**)، أما المياه المسببة للاختناق تُسمى (**هيبوكسيا**) وهي لا تحتوي على أكسجين كاف لاحتياج الأسماك والحيوانات المائية الأخرى، وتُسمى

أحياناً مناطق ميتة حيث أن الكائنات الحية التي يمكنها أن تحيا هناك هي الميكروبات فقط؛ وتتأثر الهيبوكسيا بقوة بالمزج في عامود المياه. والخلط الناتج من المد والجذر القوى يمنع التدرج العامودي كلية تقريباً في بعض الأنظمة؛ ومصبات الأنهار التي توجد في طقس أكثر دفئاً والتي تتصف بمعدل تنفس أعلى مع ازدياد معدلات الأملاح المغذية، معرضة – بصفة خاصة – لتدرج المياه وحدوث الهيبوكسيا أي اختناق الكائنات الحية.

5- الفشل فى التحكم باستخدام الملتهمات:

الملتهمات هي حيوانات تتغذى على كائنات أخرى بأن تلتهمها، وينتج عن ذلك توازن طبيعي في المنظومة البيولوجية؛ هذه الفكرة الطبيعية الرائعة هي التي عن طريقها يتم هذا التوازن، ولكن عند دخول طحالب سامة غريبة عن البيئة فقد تعزف هذه الملتهمات، وهي في هذه الحالة الهائمات الحيوانية عن إفتراسها، وبالتالي يزداد عددها ويصبح من العسير السيطرة على هذا الكم الهائل منها ويؤدي ذلك إلى خلل في البيئة البحرية.

6- استخدام مراحل الراحة:

هي تحوصل الطحالب السامة في الظروف غير الملائمة حتى تستطيع مقاومة هذه الظروف مثل تغير درجات الحرارة وتغير الملوحة والتغير في كمية المغذيات، ثم تعود وتنبت مرة ثانية، أي تعود لحالتها الطبيعية وشكلها المألوف عند اختفاء هذه الظروف، وتدخل هذ الحويصلات عادة عن طريق مياه الصابورة.

الأضرار الاقتصادية المتوقعة لازدهار الطحالب الدقيقة الضارة:

تُنتِج بعض الطحالب الدقيقة الضارة سموماً تسبب المرض أوالموت للإنسان والكائنات الأخرى بما في ذلك الأنواع المهددة بالخطر كما ذكرنا من قبل.. كما

تتسبب في فقدان الفرص المتاحة للتمتع بالبحر بما فى ذلك السياحة وصيد السمك والسمك الصدفي والسباحة وحمامات الشمس، كل ذلك خوفاً من ازدهار الطحالب الضارة وهروباً من الأسماك النافقة التي تلقي الأمواج بها على الشاطيء، والمياه العكرة، والروائح الكريهة. وابتعاداً عن مشاكل التنفس للإنسان بسبب السموم المنطلقة في الهواء؛ وحتى الطحالب الأخرى غير السامة للإنسان أوالحياة الطبيعية، ولكنها تؤذى البيئة بتكوين مثل هذا الازدهار لدرجة أنها يمكنها أن تعود بالضرر على المرجانيات والأعشاب البحرية والكائنات الحية التي تعيش على قاع البحر. أما الضربات الموجهة إلى صحة الإنسان والبيئة من ازدهار الطحالب الضارة وإدارة ردود الأفعال لتقليل آثار هذه الضربات فسوف يكون لها بالتأكيد نتائج هامة اقتصادية وثقافية واجتماعية.. **وفيما يلي أهم التأثيرات البيئية والإقتصادية لازدهار الطحالب الدقيقة الضارة:**

- ✓ هناك أنواع من الهائمات النباتية السامة لا تصلح للأكل بالنسبة للهائمات الحيوانية..
- ✓ تسبب مشاكل في معالجة المياه سواء في طعمها أو في رائحتها الكريهة..
- ✓ ينشأ عنها فقدان الأنواع المرغوبة من الأسماك..
- ✓ تخفض انتاجية الأسماك والأسماك الصدفية الممكن جمعها للاستهلاك الآدمي..
- ✓ تسبب فى انخفاض التنوع البيولوجي..
- ✓ التأثير على صناعة المزارع البحرية ومزارع المياه العذبة تأثيراً سلبياً..
- ✓ تعرض الإنسان للإصابة بالأمراض المختلفة على النحو الذى رأيناه والذي قد ينتهي بالموت، بالاضافة إلى ضرب السياحة في مقتل..

أهم الأضرار البيئية والاقتصادية التي يسببها ازدهار الطحالب الضارة:

وقع في استراليا – تحديداً في شهر نوفمبر عام 1991م – أكبر تسمم للأنهار في العالم نتيجة ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة.. ولقد قيس امتداد هذا التلوث في نهري (**بارون**) و(**دارلنج**)، وفي (نيوثاوث ويلز) وُجد أنه يبلغ 1000 كيومترًا حيث انتشر ازدهار الطحالب الدقيقة السامة، ولقد أعلنت الحكومة حالة الطواريء حيث اختفى المخزون الحي، واضطر السكان الذين اعتادوا أن يشربوا من مياه هذين النهرين إلى الاعتماد على مياه الأمطار فقط التي تتجمع في الخزانات الاحتياطية واستخدام أجهزة الترشيح.

وفي الشاطيء الغربي للهند حدثت عدة كوارث لازدهار الطحالب الدقيقة الضارة مع عدة معالجت بالمستشفى بسبب تناول أسماك صدفية وتحرر عدد كبير من تقارير الوفيات. أما في مناطق الشاطيء الغربي لخليج (**سانت هيلانة**)، فقد انتهى شهر مارس 1994م بمعاناة لأسوا ما سُجّل من الوفيات بسبب وجود المد الأحمر في هذه المنطقة، فلقد تأثرت المياه البحرية بسبب الاختناق والتسمم اللذين صاحبا هذه الظاهرة الطبيعية، فمعظم بلح البحر وخيار البحر والقواقع الصغيرة قد ماتت، والسمك الوحيد الذي يبدو أنه لم يتأثر كان القواقع الصغيرة التي تلتصق بالصخور (**سيفوناريا كابينسيز**)؛ والتي كانت قادرة على تحويل نشاطها إلى ما يُسمى بـــ (**التمثيل اللاهوائي**) حينما كان هناك نقص حاد في الأكسجين. ولقد تبين أن حوادث ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة لها ضربات اقتصادية بالولايات المتحدة تُقدر بـــ 82 مليون دولاراً على الأقل في العام حيث كانت معظم الأضرار في الصحة العامة وقطاعات المصايد التجارية، فإن المستويات المرتفعة لحمض الدومويك في إحدى أنواع الرخويات على ساحل المحيط الهادى حدثت في فصل

الإغلاق الطويل لمصيد واشنجتون لحماية المستهلكين من البشر من النسيان المرضي بسبب، نوع سم (**ASP**)؛ بالإضافة إلى ذلك فإن المستويات المرتفعة للسموم سببت إغلاق مصيد الكابوريا الأول بسبب سموم الطحالب منذ عام 1991م، وقد نتج عن ذلك فقدان دخل قدره 12 مليون دولار على الأقل.

حدث في عام 2005م ازدهار تاريخى لـــ (**ألكسندريم فيندينس**) (كان أيضاً مداً أحمراً)، حدث ذلك بشدة، وتسبب عنه إغلاق غير مسبوق فى بعض المواقع لحصاد الأسماك الصدفية بسبب تأثير السم (**PSP**) لحماية المستهلكين من البشر؛ وقد تسبب هذا الإغلاق فى خسارة بلغت حوالي 18 مليون دولاراً في مبيعات الأسماك الصدفية في ماساشوستس، ومبلغ خمسة ملايين دولاراً في (مين).. كما ازدهرت الطحالب الضارة في فلوريدا من الأجناس (**كارينيا بريڤيز**) (كان أيضاً مداً أحمراً). ولقد قدر ستيدنجر وآخرون الأضرار الاقتصادية بسبب هذا الازدهار بمبغ 15-25 مليون دولار تقريبا في العام. وفي صيف 2000م لوحظ في مياه شاطيء (تكساس) اجتياح للـــ (**كارينيا بريڤيز**) والأسماك الميتة المصاحبة له. ولقد أُغلِق معظم ساحل (تكساس) أمام صيد الأسماك الصدفية حتى نهاية نوفمبر لحماية المستهلكين من البشر من تسمم الأعصاب الناتج من تسمم القواقع السمكية (**NSP**). وقد ظلت بعض المناطق مغلقة حتى يناير 2001م. ولقد قُدِّرت الأضرار الاقتصادية بما لا يقل عن عشرة ملايين دولار في (جالـــڤستون كاونتى) فقط في (تكساس) نتيجة إغلاق مصايد المحار التجارية وفقدان السياحة وتكاليف تنظيف الشاطيء.

ولقد عانت (**بريتاني**) في فرنسا عام 2009م من ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة الناتج من ارتفاع كمية الأسمدة التي تُلقَي في البحر بسبب مصبات المزارع الكثيرة التي تربي الخنازير وبسبب انبعاث غازات مميتة، والتي قتلت بالفعل الكائنات الحية التي تعيش بالمنطقة.

ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة بمصر:

إن ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة فى مصر ليس ظاهرة جديدة؛ فتقارير الحفريات تضمنت أشكالا متطابقة مع أنواع من المعروف أنها تطلق السموم اليوم. وهناك مراجع مكتوبة ترجع إلى عصر التوراة (1000 ق.م)؛ فأول وجود للمد الأحمر قد يكون الحدث الذى ذكر في الكتاب المقدس. فأول وباء من الأوبئة العشرة التى ذُكِرَت فى سفر الخروج إثباتا لقدرة الله وتبين – فعلاً – وجود مد أحمر في ذلك الحين؛ ولقد جاء بالآيات ما يلي: "وكل المياه التى كانت بالنهر تحولت إلى دم.. وماتت الأسماك التي كانت بالنهر وتعفنت المياه!!

والسؤال الآن هو: هل حدث وباء الطاعون الذي أصاب المصريين في قت وجود (موسى) عليه السلام وخروج الإسرائيليين؟

هناك العديد من الباحثين في التوراة يعتقدون أن الأوبئة العشرة التي ذُكِرت بالتوراة كانت سلسلة مترابطة من المصائب الطبيعية التي تتضمن مهاجمة الطاعون للحيوانات والإنسان. ويُعتقد الخبير الأمريكي دون اندرسون أن هناك نوعاً ما من الطحالب الدقيقة كانت وراء أوبئة مصر. ولقد افترض عالم الآفات **(جون مار)** سلسلة من "ظهور أمراض جديدة" كأمراض ليست جديدة تماماً، ولكن كأوبئة بيولوجية تحدث ثم تتوقف في سلسلة متتابعة في الوقت الذي كان الإسرائيليون فيه مستعبدون في مصر.. غير أن هناك الكثير من الاعتراضات العلمية والتوراتية على هذه النظرية الطبيعية للأوبئة المصرية؛ فطبقا لنظرية العالم **(هورت)**؛ فإن كل وباء في سفر الخروج يحدث في التتابع الطبيعى السليم، والجميع انطلق بسبب علة واحدة غير واضحة لنا وهو حدوث فريد وقاسٍ وغير عادي لفيضان النيل في شهر يوليو؛ هذا الاندفاع للمياه اجتلب معه كتلة هائلة من الطين الأحمر مع العامل الرئيسي الذي

يسبب الاحمرار ألا وهو الطحالب الحمراء التي عكرت المياه ولوثتها فى مد أحمر.

فالطحالب – والطين الأحمر المفترضان معاً – أوجدت وباء الدم (**بلغة التوراة: ضربة الدم**). ولقد حدد (**هورت**) نوعين من الطحالب الدقيقة كمسئولَيْن عما حدث. فقد أرجعت نظرية (**جون مار**) وباء الدم إلى طحلب (**پفيستيريا**) أو إلى خلية كانت غير معروفة سُميت (**خلية من جهنم**) فقتلت الملايين من الأسماك في كارولينا الشمالية في الثمانينات والتسعينات.. ويعتقد (**جون مار**) أن المراحل السامة للكائن الحي قتلت أسماك عديدة، وهي التي تتغذى بطبيعة الحال على بيض الضفادع التي تتكاثر فى النيل، مما يفسر وباء الضفادع. وبسبب سموم طحلب (**پفيستيريا**) فى المياه، فقد اضطرت الضفادع إلى الهروب إلى اليابسة للبحث عن الطعام، ولكنها ماتت بسرعة بسبب هذه السموم، ولكن بدون ضفادع تتغذى على الحشرات، فقد حدث للحشرات انفجار في تكاثرها مما تسبب في حدوث وباء القمل والذباب، ثم تلاها بعد ذلك موت الماشية بسبب الفيروسات المميتة والبكتيريا التي حملتها الأعداد الزائدة من الحشرات. إن نظريتي هورت وجون مار متقنتين وتقنعانا من الوهلة الأولى، ولكن هناك إشكالات كثيرة عليهما؛ فمن المعروف أن إزدهار الطحالب يكون في كتل المياه الساكنة وليس في الأنهار المتدفقة!!

والمد الأحمر يحدث في المياه الأبطأ في الحركة، أو في مياه المحيطات المالحة الهادئة، أو في مصبات الأنهار.. هذه البيئات تختلف تماماً عن المياه العذبة الغزيرة في النيل، ثاني أكبر الأنهار فى العالم، وهو بوضوح ليس بحيرة ساكنة. ومن المعلومات الشائعة ان النباتات تحتاج إلى ضوء الشمس للبناء الضوئي، ومع ذلك فإن نظرية (**هورت**) تحتاج أيضا إلى كتل ضخمة من الطمى الكثيف الداكن كى تقتل طحالبها، ومن المثير جدا للجدل أن طحالبها الدقيقة الحمراء هى فى الحقيقة خضراء، وأن طميها الأحمر هو فى الواقع بني، وبذلك لن يكون من الممكن أن

يسببوا وباء الدم، وأحد هذه الأنواع من الطحالب الدقيقة المتهمة هو بعيد جداً عن أن يكون هو سبب الوباء المميت، إذ أنه يُستخدم اليوم كمصدر للغذاء الإنسانى بعد أن تم التأكد من سلامته. فمن ناحية أخرى فطحالب (**هورت**) نادرة وحساسة وهى أنواع تعيش فى الماء المثلج القريب من القطب وهي وحدها لا تستطيع أن تجتاح وسط الكائن الحى كما افترض (**هورت**). فى ذلك استحالة بيولوجية لأن تقدر هذه الطحالب على البقاء فى النيل الاستوائي.

وهناك دراسات علمية جهيدة قد سجلت أكثر من 400 نوع من الطحالب الدقيقة فى النيل، وبعضها سجل 1000 نوعاً في شرق إفريقيا، ومع ذلك فإن العلماء لم يعثروا أبداً على هذين النوعين من الطحالب الدقيقة.

عموماً إن الطاعون لا يمكنه أن يعدى الأسماك الميتة أو الضفادع الحية كما يدعى (**هورت**). فالطاعون يعدى فقط الثدييات، وبالذات آكلات العشب مثل الخراف، والبقر، والماعز، ولا يعدى الضفادع أو البرمائيات أو الزواحف أو الأسماك. إن مرض الطاعون مرتبط بالتربة وليس مرهون بالكتل الكبيرة من المياه مثل الأنهار. والذباب العضاض لم يسجل طبياً أبداً كناشر للطاعون بين البقر أو الإنسان ولا يتغذى بالحيوانات الميتة. ومن جهة أخرى، فإن الـطاعون يسببه بكتيريا عصوية الشكل؛ (باسيليس أنثرسيز)، والتي توجد في التربة وتصبح كامنة (أي تتحوصل) حينما تتعرض للهواء، ويمكنها أن تحيا لمدد طويلة تجاوزن ثمانين عاماً تحت ظروف قاسية؛ وهذه الجراثيم الكامنة تظل لا حياة فيها إلى أن تلامس إنساناً أو حيواناً، حينئذ تتجه إلى كرات الدم بيضاء وتثقبها ثم تمتد إلى كرات الدم البيضاء متكاثرة وتفجر الخلية حيث تمتد إلى خلايا الدم البيضاء الأخرى ثم العقد اللمفاوية مهاجمة جهاز المناعة لكي تكرر نفس العملية كنسخة بكتيرية لفيروسي الـ AIDS، HIV ولكن أكثر سرعة بكثير. ويتعرض الضحايا لصدمة سمية قاتلة من السموم

المنبعثة بواسطة الطاعون. وحين تنزف الحيوانات الميتة في التربة يمكن لبكتيريا الـــطاعون أن تتحوصل وترقد منتظرة ضحية تالية. إن الطاعون الباسيللى الحي هش ولا يمكنه أن يعيش 24 ساعة خارج حيوان ملوث أو إنسان مضيف إذا لم يتحول إلى حالة الكمون.

في العقود الأخيرة بدأت أبحاث الفيتوبلانكتون في مصر بملاحظات المد المتكرر في الميناء الشرقي للإسكندرية منذ عام 1960م. ولقد تبين أن المد الأحمر حدث بسبب ما سُمى حديثا طحلب (**ألكسندريم مينوتيم**) التي اكتشفها العالم المصرى (**يوسف حليم**) عام 1960م. وكانت عبارة عن نوع واحد من التسعة أنواع – على الأقل – سامة من جنس (**ألكسندريم**) المعروفة أنها مسئولة عن الـــ (**PSP**) في أجزاء كثيرة من العالم بما في ذلك جنوب استراليا، وفرنسا. وهذا الازدهار لطحلب (**ألكسندريم مينوتيم**) يبدو أنه مقصور على المواقع الساحلية الغنية بالأملاح المغذية خاصة الموانئ ومصبات الأنهار والبرك.. وأكثر من ذلك فإن ازدهار هذه الأنواع يحدث عبر كل العالم مرتبطا بتدرج الملوحة والمصبات الموضعية للمياه العذبة ذات الأملاح المغذية الغنية. وبالرغم من عدم وجود برنامج استرشادي رسمي حالياً، فإن الميناء الشرقي وخلجان الساحل المجاورة كانت تختبر باستمرار بالنسبة للمد الأحمر والازدهار الكثيف. وعلى كل حال فإن هذه المياه بمدينة الإسكندرية عالية التخثر (إزدهار الهائمات النباتية) بسبب التدفق المباشر للمياه المطلوب التخلص منها والآتية من مصدرين محددين يُقدر تدفقهما بـــنحو 7×10^{6} م^{3} d^{-1} لمياه الصرف الزراعى مخلوطة بالمياه الزائدة من بحيرة مريوط (الحوض الرئيسي يعطي: حوالي 500×10^{3} م^{3} d^{-1} معالجة ابتدائية، و300×10^{3} م^{3} d^{-1} من مياه الصرف الصحى غير المعالجة)، كل ذلك يصب في خليج المكس غرب مدينة الإسكندرية، وحوالي 2×10^{6} م^{3} d^{-1} لمياه الصرف الصناعي والزراعي في خليج أبو قير من

مصرف أبوقير الذي يؤثر على منطقة الخليج فقط.

وتقع الميناء الشرقي لمدينة الإسكندرية في منطقة وسطى بالنسبة للمدينة، وهي ضحلة نسبياً، كما أنها حوض بحري شبه مغلق، وكانت تستقبل كمية هائلة من مياه الصرف الصحي خلال العقود الثلاثة المنصرمة من حوالي عام 1980م إلى حوالي عام 2012م، ومع ذلك فهناك اتجاه مشجع لعلاج هذا الموقف باتخاذ محافظي الإسكندرية قراراً بإغلاق المصبات في الميناء الشرقي هي والصرف الصحي الرئيسى لمدينة الإسكندرية في قلعة قايتباي في اتجاهها الغربي، ولقد تم توجيه مياه الصرف هذه إلى بحيرة مريوط بعد معالجتها معالجة ابتدائية.. وعلى أية حال، فبسبب دورة المياه فإن الميناء الشرقي مازالت تتأثر بتدفق المياه الآتية من خليج المكس أساساً (على مسافة 8 كم تقريباً)، وفي خلال شهر أغسطس عام 2004م، وشهر يوليو 2005م فإن حوادث موت الأسماك واللافقاريات وقعت مواكبةً لعكارة واضحة في المياه لمدة طويلة.. وطبقاً للمعلومات الواردة من هيئة الحماية البحرية والغوص فإن سلطات محافظة الإسكندرية وهيئة حماية البيئة أفادتنا بما يلي: "الحياة البحرية على قاع الميناء الشرقي قد دمرت بقسوة، فهناك أسماك قاعية ميتة وأخرى سطحية شبه ميتة فاقدة الوعي أو تتنفس على سطح المياه وتسبح على جانبها أو مقلوبة رأساً على عقب بتأثير عدم قدرة الجهاز العصبي على التوجيه وفي نفس الوقت لم تكن مستجيبة لوجود الإنسان بجوارها، كما وُجِدت مئات الكابوريا الصغيرة ميتة على رمال الشاطيء، أو رئيت وهي تهاجر إلى الشاطيء في الفجر أو ميتة فى شباك الصيادين مما يشير إلى انتشار السموم"، إن أعراض حالات الاختناق قد لوحظت - أيضاً - في الأسماك الميتة بما فى ذلك اصفرار الجسم والخياشيم.. والحالات الأخيرة للموت الكثيف للافقاريات والأسماك، التي وقعت في الميناء خلال شهر أكتوبر 1994م، حدثت بسبب (**ألكسندريم مينوتيم**) مع وجود دليل على التسمم.

ومنذ ذلك التاريخ تضائلت أهمية (**ألكسندريم مينوتيم**)، ربما كان ذلك بسبب أن التلوث في الميناء أصبح أكثر خضوعاً للتحكم المتزايد، وأن الأنواع قد حلت محلها أنواع أخرى من الممكن أن تكون ضارة مثل (**بروروسنتريم تريستينيم، بروروسنتريم منيميم** وغيرهما).. ولقد بينت دراسة حديثة للطحالب الدقيقة التي تعيش على أسطح النباتات الأخرى على طول الساحل بينت ازدهاراً في الأعماق للـــ (**أوسيلاتوريا** و **أوستريوپسيس**) حيث ظهرت لأول مرة في مياه البحر المتوسط في الفترة (من 2005م إلى 2007م) في خليج أبو قير.. **وقد استنتج الآتي:**

1. تأثرت خصائص المياه بدرجة كبيرة بتدفق المياه من الغرب.. إن تقليل المياه المتدفقة إلى البحر مطلوب بإلحاح لتحسين الموقف، ليس في الميناء الشرقي فقط، ولكن على طول ساحل الإسكندرية..
2. إن التدمير الشديد للحياة البحرية في الميناء الشرقي للاسكندرية؛ خلال عامي 2004م و 2005م كان ضربة مباشرة حيث ظهرت 6 أنواع من الهائمات النباتية السامة..
3. طول مدة الإزدهار طوال شهر أغسطس من الممكن ان يكون قد عظَّم هذا الحدث الدرامي..
4. الاستهلاك الشديد للأملاح المغذية غير العضوية يشير إلى أهميتها. وعلى أية حال فإن التركيزات العالية للمواد العضوية يمكن أن يساعد في استمرار الازدهار والحفاظ عليه..
5. الازدهار المتكرر متوقع في السنوات التالية..
6. إن التواجد النادر للأنواع غير المرغوب فيها مثل (**ألكسندريم مينوتيم**) و (**هتيروسيجما**) يمكن أن يسبب دماراً أكثر في المستقبل القريب..

7. يجب أن ينفَّذ برنامج استرشادي على طول الساحل المصري على البحر الأبيض لتقييم الموقف الفعلي.. فصحة الإنسان معرضة للخطر إذ أن البيئات تتغير والصيد والمزارع المائية تعاني من الفاقد الاقتصادي..

8. على أية حال فإن شبكة الطحالب الضارة لشمال إفريقيا (**HANA**)، وهى شبكة أنشأها 12 عالماً من الشباب من شمال إفريقيا أثناء حضوررهم تدريباً فى برنامج (**IOC**) في سلامبو في تونس عام 2003م.. ولقد قيد البرنامج **HANA** تحت رعاية **IOC** (الهيئة الدولية للبحار والمحيطات) في عام 2005 كواحد من شبكاتها في المنطقة لازدهار الطحالب الدقيقة الضارة لدراسة هذه المشكلة في شمال إفريقيا، ولقد حددا الأهداف التي تخص الطحالب الضارة، **كما يلي:**

- ✓ تدعيم المعرفة العلمية للعوامل الفيزيقية والبيوكيميائية والفيسيولوجية التي تتحكم فى ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة..
- ✓ تأسيس قاعدة معلومات تخص احتمال ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة في المنطقة..
- ✓ إنشاء موسوعة للأشخاص المهتمين بدراسة ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة، مع بيان نطاق تخصصهم ومستواهم الخبراتي كمساهمين في HAB – DIR..
- ✓ تحرير قائمة بكل ما نُشر في المنطقة مرتبطاً بازدهار الطحالب الدقيقة الضارة..
- ✓ تشجيع تبادل المعلومات من خلال مجموعات عمل أو ورش عمل أو أى وسيلة أخرى..
- ✓ إعداد الكوادر اللازمة من العلماء والمديرين المرتبطين بدراسة ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة..

✓ عمل كتاب إرشادي تعريفي للأنواع الضارة بالمنطقة..

وقد حدد المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد بمصر المعروف اختصارا بـــ (NIOF) – وهو معهد بحثي تابع لوزارة البحث العلمي في مصر – أهدافاً عديدة أخذت في اعتبارها الاهتمام بالبيئة المائية ومصادرها الطبيعية من أجل المحافظة عليها؛ وهو – أيضاً – مهتم بحل الكثير من المشاكل التي تواجه البيئة المائية بتجهيز البيانات والمعلومات عن المسطحات المائية المصرية، كما اهتم – أيضاً – بالدراسة وإلقاء الضوء على التغيرات الفيزيقية والكيميائية والبيولوجية في المياه المصرية، مع دراسة ظواهر الكوارث الممكنة مثل الأعاصير الجامحة ونحر الشواطيء والزيادة المفاجئة في مستوى سطح البحر مثل موجة تسونامي وازدهار الطحالب الدقيقة الضارة، وما إلى ذلك من مخاطر.

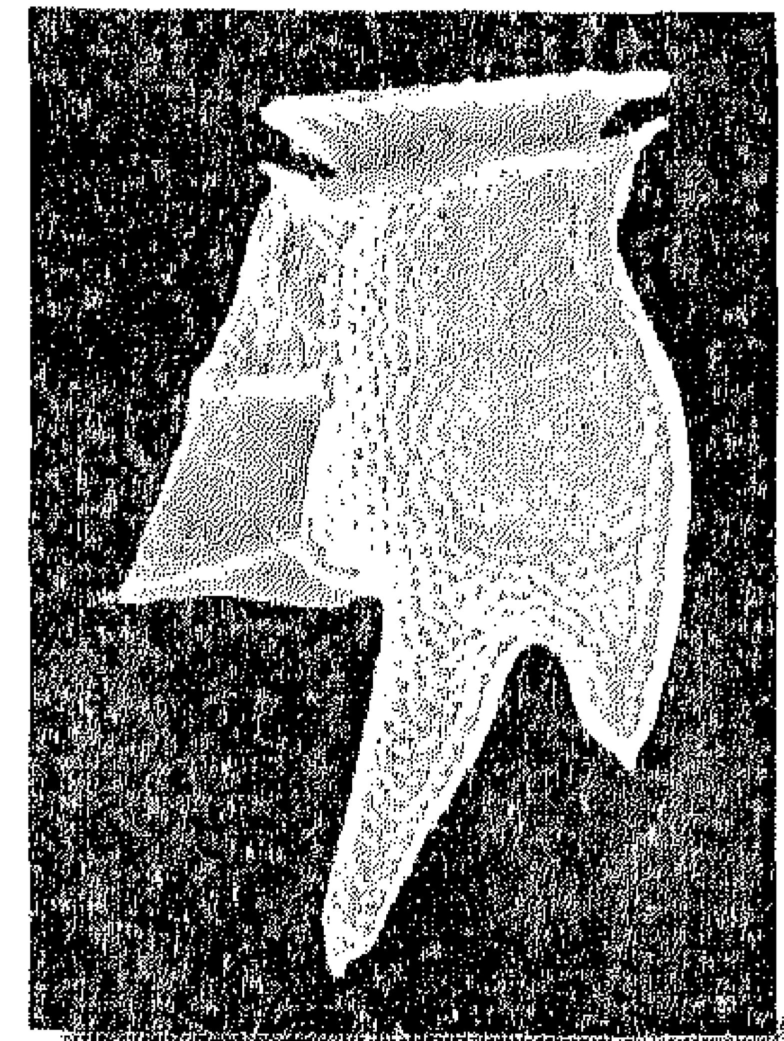
لكل ما سبق ولهذه الأسباب االهامة فإن المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد (NIOF) على اتصال دائم بـــالمنظمة الدولية الغير حكومية لعلوم البحار والمحيطات (IOC) للاطلاع والمعرفة المتجددة على أحدث التقنيات والتطبيقات والتكنولوجيا المتقدمة التي تتعامل مع مثل هذه الحالات من ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة والتنبؤ بهذا الازدهار وكيفية التحكم في الأحداث؛ كما أن بين المعهد والجهات المحلية المتصلة من وزارات ومحافظات معنية بكل حدث تعاون وثيق لامدادها والتعاون معها بالمعلومات والبيانات في هذا المجال.

كيف نحل المشكلة؟

مما سبق، يتبين لنا أن المشكلة الرئيسة التي تواجه الكائنات الحية والإنسان في البيئة البحرية هي ازدهار الطحالب الدقيقة السامة، وفيما يلي الوسائل المقترحة حيث نختار منها ما يناسب البيئة المعنية:

- ✓ تُستخدم الأشعة فوق البنفسجية كمعالجة فيزيقية في التعقيم، ولذلك فهي لا تغير الخواص الكيميائية للمياه في البركة في حالة صغر المساحة، ثانياً: سهولة استخدامها..
- ✓ أثبتت طريقة استخدام قش الشعير نجاحاً أكيداً بدون أي أعراض جانبية غير معروفة وغير مرغوب فيها..
- ✓ استخدام قشر اليوسفي المبشور وقشر الموز الصغير..
- ✓ التحكم في ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة من خلال الالتصاق بالطين.. و(**اللاصق**) هو مادة حين تضاف للمياه تنتقي الجزيئات الوافدة أثناء سقوطها لترسب بالقاع.. والطين هو واحد من المواد اللاصقة غير الكيميائية والتي أعطت إمكانيات ملموسة.. إن خصائص الطين فى التنقية الطبيعية للمياه تتضح لنا أثناء العواصف وبعدها مباشرة حينما تصبح المياه عكرة في مصبات الأنهار من جراء حبيبات الطين التي جاءت من الأرض عن طريق النحر. هذه العكارة تتناقص بطريقة واضحة بعد بضعة أيام من العاصفة، وتصبح مياه البحر في غاية النقاء، وهذا نتيجة للالتصاق الطيني.. إذ تلتصق حبيبات الطين بالمواد العضوية والمواد غير العضوية كالطحالب الدقيقة والجزيئات الأخرى لتكون شيئاً شبيها بالكرة التي يستمر حجمها في النمو من جراء الجزيئات المتراكمة، وفي النهاية تسقط إلى الرواسب في القاع..
- ✓ يبدو أن البوتاسيوم يمتلك إمكانية فائقة للتحكم في ازدهار طحلب (**ميكروسيستنز**) في مستنقعات وبحيرات المياه العذبة..
- ✓ لقد عُزِل الكثير من البكتيريا والفيروسات التي لها تأثير القتل أو إيقاف نمو الطحلب على الهائمات النباتية بما في ذلك ازدهار أنواع الطحالب الدقيقة الضارة، أي كعامل تحكم بيولوجي لازدهار الطحالب الدقيقة الضارة..

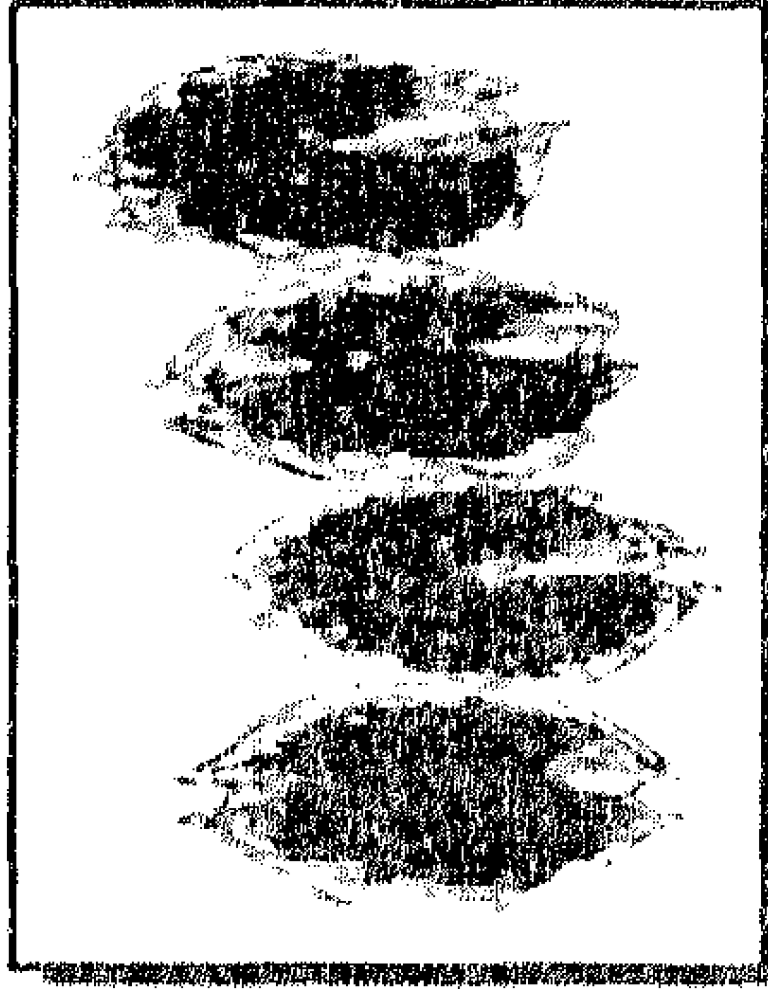
✓ وبواسطة جهاز الموجات فوق الصوتية للتحكم فى الطحالب الدقيقة التي يمكنها ان تتخلص من الطحالب بدون أن يقع الضرر على الحياة المائية..



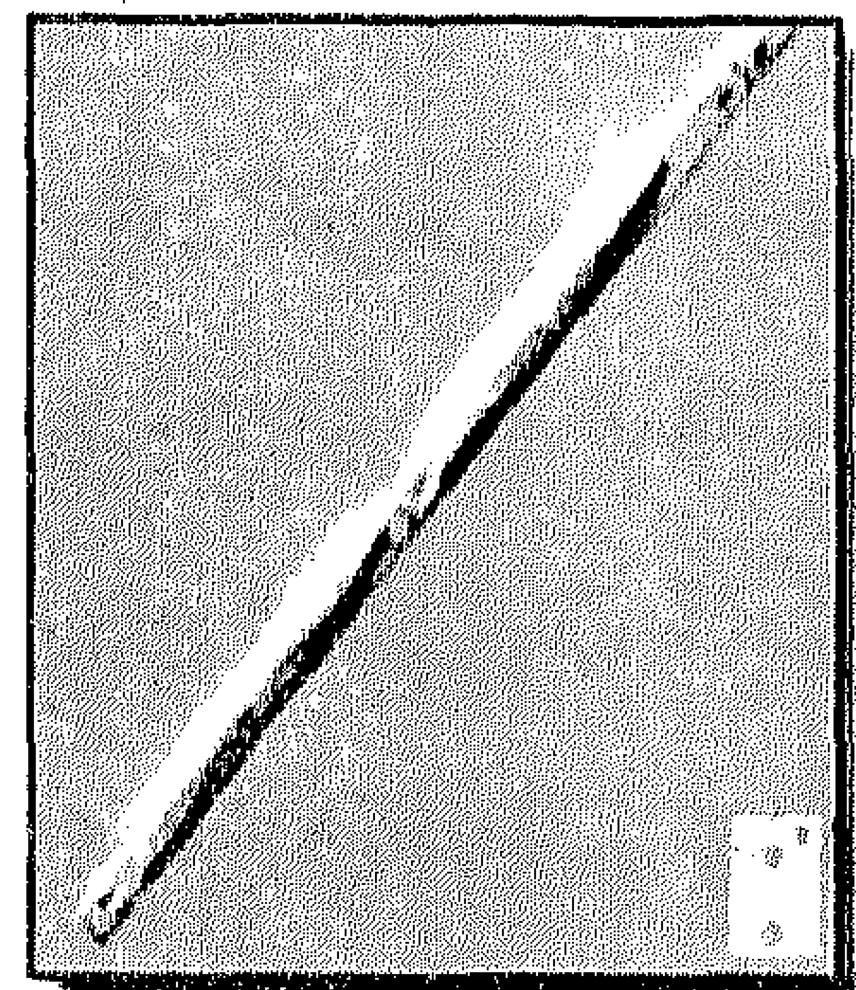
دينوفيسيس كودايت
Dinophysis caudate
(الميناء الشرقي)



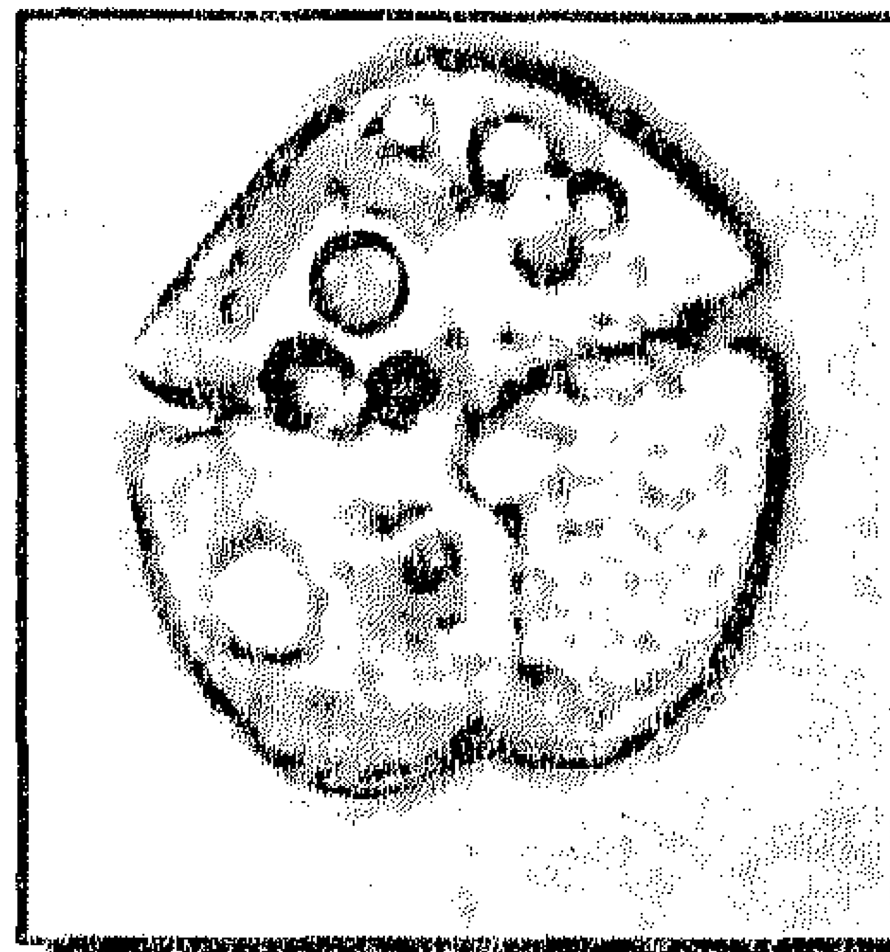
ألكسندريم منيوتم
Alexandrium minutum
(الميناء الشرقي)



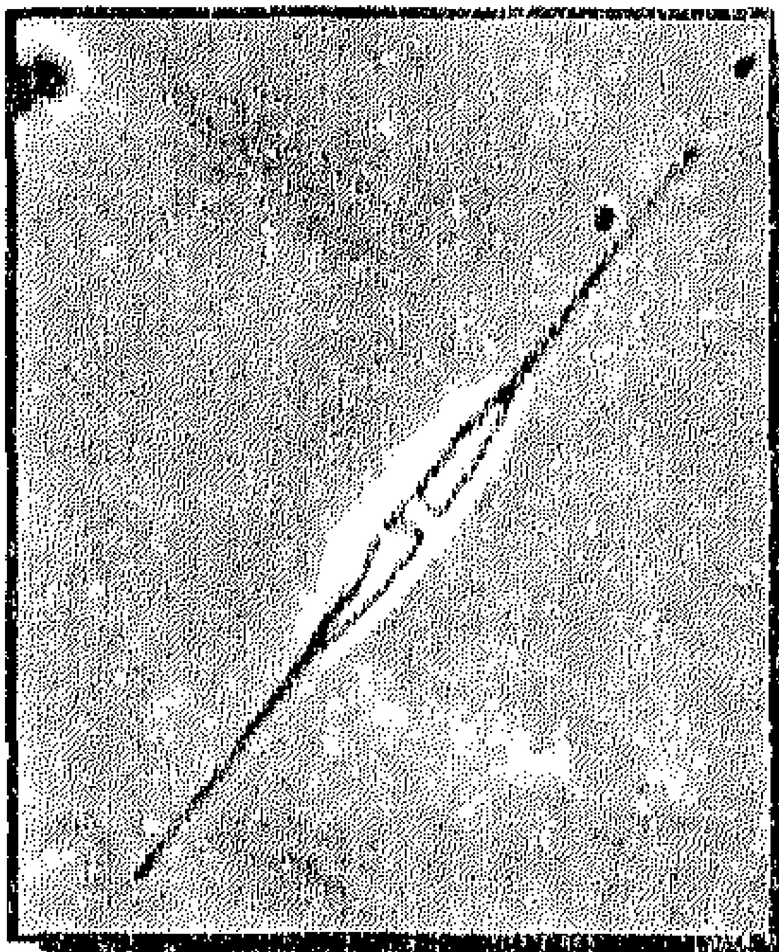
ألكسندريم كاتينيلا
Alexandrium catenella
(الميناء الشرقي)



ليبتوسليندرس مينيمس
Leptocylidrus minimus
(الميناء الشرقي)



كارينيا ميكيموتوي
Karenia mikimotoi
(الميناء الشرقي)



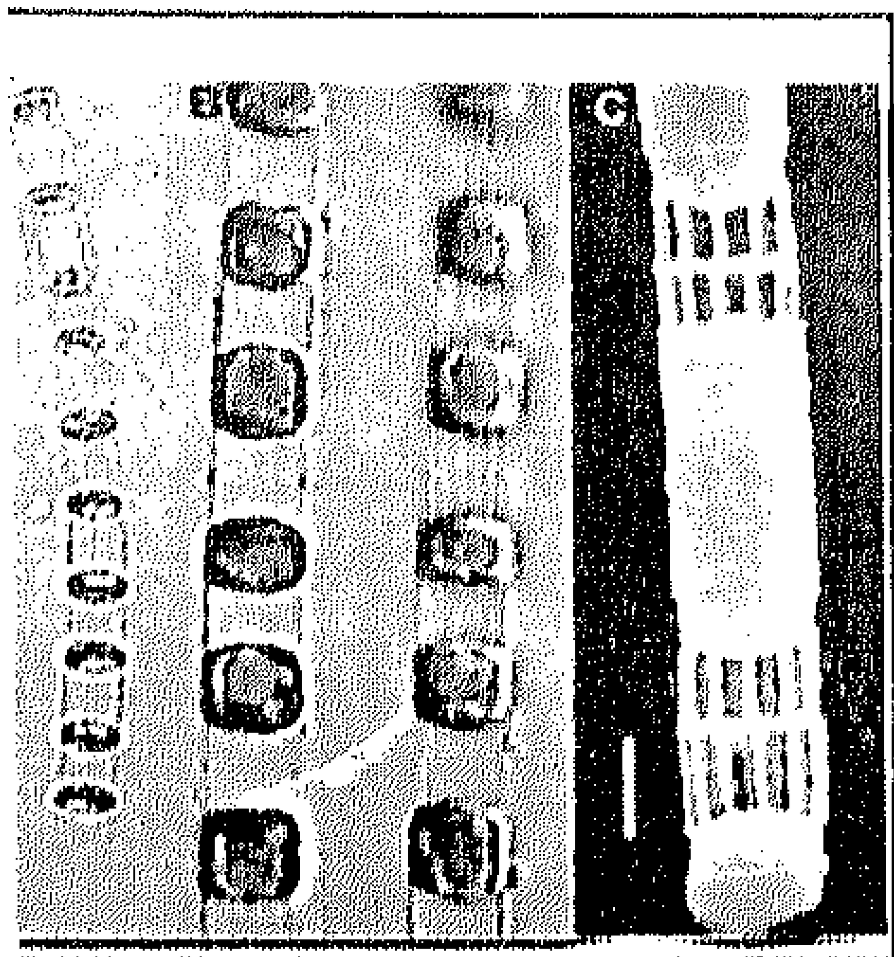
سليندروثيكا كلوستريم
Cylindrotheca clostrium
(الميناء الشرقي وخليج المكس)



بروروسنترم منيمم
Prorocentrum minimum
(الميناء الشرقي والدخيلة)



بروروسنترم ميكانس
Prorocentrum micans
(الميناء الشرقي والدخيلة)



سيكليونيما كوستاتم
Skeleonema costatum
(الميناء الشرقي)

أهم أحداث المد الأحمر في سواحل البحر المتوسط المصرية التي سجلها الباحثون المصريون

التوصـــــيات:

1- استخدام المنهجيات الحديثة والتنميط للأملاح المغذية واسترشاد ازدهار الطحالب الدقيقة الضارة للتنبؤ بحدوث الازدهار قبل وقوعه واتخاذ الترتيبات اللازمة لمعرفة الأماكن التي بها ازدهار للطحالب الضارة ومحاولة معالجتها..

2- دراسة التصنيف والتوزيع لأنواع الطحالب الدقيقة الضارة ومآويها.. تقييم دور تغيير المآوي (على سبيل المثال: ازدياد تركيزات الأملاح المغذية الناتجة من التغيرات في الاستخدام فى اليابسة وما يحدث من تغير في الهيدرولوجيا (خواص المياه) أو انخفاض تكاثر الأسماك الصدفية) في الوجود المتزايد لازدهار الطحالب الضارة، مع ضرورة تطبيق تكنولوجيات وسياسات متطورة لتغيير الاتجاه إلى العكس (لتقليل ازدهار الطحالب الضارة). ويجب أيضاً تطبيق طرق متطورة لتقليل احتمال ازدهار الطحالب الضارة التي تحدث نتيجة نقل الخلايا أو مراحل الاستقرار في مياه الصابورة أو الكائنات الحية (وأولها السمك الصدفي) وبواسطة الرواسب الناتجة عن التكريك..

3- تحديد الآليات التي يمكن بها أن تؤذي الطحالب الدقيقة الضارة الكائنات التي في الرتبة الأعلى في السلسلة الغذائية مع تطوير تقنيات لحماية الأسماك الصدفية وأسماك المزارع المائية..

4- تنقية و تحديدالتركيب الجزيئي لسموم الطحالب..

5- ادخال أكثر الطرق تقدماً لتحليل للسموم..

6- اكتشاف الطحالب الضارة عن بعد.. ويُستخدم في ذلك الاستشعار بالأقمار الصناعية حتى يمكن تتبع ازدهار الطحالب الضارة، وتسجيل بيانات توزيعها، وذلك بالتواصل مع الباحثين الملائمين. وطالما أن هذه التكنولوجيا قد أصبحت أكثر تقدماً، فإن هذه المعلومات يمكنها أن تُستخدم في تحذير المجتمعات الساحلية حتى تقوم

السلطات المختصة بالتخلص من الأسماك الميتة بكفاءة أكبر، أو على الأقل توقف الأسماك في البحر قبل أن تصل إلى الشواطيء. بالإضافة إلى ذلك فإن هذه المعلومات يمكن أن تُستَخدم لتحديد مهود الأسماك الصدفية التي يمكنها أن تتأثر بالازدهار، مما يعطي الفرصة للتقليل من هذه المشاكل المزعجة لتقليل الضربات الاقتصادية التي تضر صناعة الأسماك الصدفية..

7- الإدراك لضربات الطحالب الدقيقة الضارة خاصة فى البلدان النامية.. حوادث ازدهار الطحالب الضارة تزداد في تكرارها، وفي كثافتها وفي توزيعها الجغرافي حول العالم. والبلدان النامية بالذات في موقف ضعيف لهذا التواجد لافتقارها الخبرة العلمية والإدارية وكذلك افتقارها للبنية التحتية لمعالجة المصايد القائمة وطواريء الصحة العامة. وهناك حاجة ضاغطة لتنسيق عالمى بالنسبة لازدهار الهائمات النباتية وما يتبع ذلك من آثار..

8- إدخال التقنيات الحديثة التي تعالج مياه الصابورة لإزالة أو تدمير الكائنات الحية بها..

9- تبنى احتياطات عديدة لتشخيص العلاج من الضربات الموجهة للصحة العامة بسبب الطحالب الضارة، **كما يلي:**

أ) تطوير الأدوات التشخيصية من خلال التواصل بين تقييمات المتخصصين فى الصحة العامة، وكذا جماعات الخدمة العامة، أو أي قطاعات أخرى تستجيب للتسمم الناتج من ازدهار الطحالب الضارة، واستخدام ما يمكن أن يقدموه من مساعدة لتطوير أدوات لتدعيم التشخيص الإكلينيكي وتحويل ذلك إلى حقل التنفيذ..

ب) تدعيم المراقبة الدقيقة لتعرض الإنسان لهذه السموم وما يصيبه من أمراض..

ج) تطوير مناهج جديدة، مناسبة وجيدة التأثير لكشف الانتشار الوبائي لما ينتج عن ازدهار الطحالب الضارة حتى ترفع القدرة للتقدم في مجال الصحة العامة والأنشطة الحمائية..

د) تحديد مدى إمكانية تعرض السكان لأثار الطحالب الضارة مبنية على خصائص مثل الخواص الفسيولوجية والعوامل السلوكية والمرتبة الأجتماعية والاقتصادية والخبرات الثقافية..

10- الاهتمام بزيادة الخبرات العامة في هذا المجال وزيادة الوعى للتحكم في إطلاق الملوثات الأخرى في الكتل المائية، ومن ثم التحكم في الطحالب الضارة..

11- من المطلوب أنشطة تعليمية إضافية للدارسين مرتبطة بازدهار الطحالب الضارة..

المصادر

1. العوالق النباتية، كنز البحار المتجدد – الأستاذة الدكتورة سميحة محمود غريب. دار العوة..
2. عالم النبات (أسراره وعجائبه) – د. حسن عبد الله الشرقاوي – مكتبة جزيرة الورد بالقاهرة – 2009م..
3. مقال "الصيدلية البحرية" – د. حسن عبد الله الشرقاوي – مجلة التقدم العلمي الكويتية – يوليو 2009م..
4. Aleem, A.A. (1993). The marine algae of Alexandria, Egypt. Privately published, 139 pp.
5. Angelique, C. (2009). "Lethal algae take over beaches in northern France". The Guardian (London).
6. Belin, C., (1993). Distribution of Dinophysis spp. and Alexandrium minutum along French coasts since 1984 and their DSP and PSP toxicity levels. In: Smayda, T.J., Shimizu, Y. (Eds.), Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Elsevier, Amsterdam, pp. 469–474.
7. Bhat S R and Matondkar S. G. P. 2004. Algal blooms in the seas around India—networking for research and outreach Current Science 87 (8): 1079-1083.
8. Boesch, D.F.; Anderson, D.M.; Horner Sandra, R. E.; Shumway, E.; Patricia A. Tester, T.A.; Whitledge, T. E. (1997). Harmful algal blooms in coastal waters: Options for Prevention, Control and Mitigation, NOAA COASTAL OCEAN PROGRAM. Decision Analysis

Series No. 10. Special Joint Report with the National Fish and Wildlife Foundation.

9. Boudouresque, C.F.; Bernard, G.; Bonhomme, P.; Charbonnel, E.; Diviacco, G.; Meinesz, A.; Pergent, P.; Pergent-Martini, C.; Ruitton, S. and Tunesi, L., 2006. réservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica. RAMOGE pub. : 1-202. N°ISBN 2-905540-30-3.

10. Bushaw-Newton, K.L. and Sellner, K.G. 1999 (on-line). Harmful Algal Blooms. In: NOAA's State of the Coast Report. Silver Spring, MD: National Oceanic and Atmospheric Administration.

11. Chateau-Degat ML, Chinain M, Cerf N, Gingras S, Hubert B, Dewailly E (2004). Seawater temperature, Gambierdiscus spp. variability and incidence of ciguatera poisoning in French Polynesia. Harmful Algae.Vol.4:1053-1062.

12. Donald, M.A. (2004). The Growing Problem of Harmful Algae. Tiny plants pose potent threat to those who live in an and eat from the sea. Oceanus Magazine.

13. Erard-Le Denn, E. 1997. Alexandrium minutum. In: Berland, B., Lassus, P. (Eds.), Efflorescences toxiques dans les eaux cotieres franc,aises. Repere Ocean, IFREMER, pp. 52-56.

14. Giacobbe, M.G., Oliva, F.D., Maimone, G., 1996. Environmental factors and seasonal occurrence of the dinoflagellate Alexandrium minutum, a PSP potential producer, in a Mediterranean lagoon. Est. Coast Shelf. Sci. 42, 539-549.

15. Grane´ li, E., Flynn, K., 2006. Chemical and physical factors influencing toxin content. In: Grane´ li, E., Turner, J.T. (Eds.), Ecology of Harmful Algae, Ecological Studies, 189. Springer–Verlag, Berlin Heidelberg, Germany, pp. 229–241.

16. Granelli, E.; Codd, G. A., Dale, B., E., L., Maestrini, S. Y. and Rosenthal, H. (1999). EUROHAB Science Initiative: Harmful algal blooms in European marine and brackish water, Vol. 5 of Research in enclosed seas series. European Commission.

17. Greta Hort, "The Plagues of Egypt," Zeitschrift für die Alttestamentliche Wissenschaft, vol. 69 (1957) pp. 84–103; vol. 70

18. Halim, Y. and Labib, W. 1996. First recorded toxic Alexandrium minutum Halim bloom. The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Harmful Algae News No. 14.

19. Halim, Y., 1960. Alexandrium minutum, nov. gen. nov. sp. dinoflagelle 'provocant des "eaux rouges" Vie et Milieu 11, 102–105.

20. Hallegraeff, G.M. (1993). A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. Phycologia 32: 79–99.

21. Hoagland P, Scatasta S. 2006. The economic effects of harmful algal blooms. In E Graneli and J Turner, eds., Ecology of Harmful Algae. Ecology Studies Series. Dordrecht, The Netherlands: Springer–Verlag, Chap. 29.

22. Ibrahim, A.M. (2007). Review of the Impact harmful algal blooms and toxins on the world economy and Human health. Egyptian Journal Of Aquatic Research VOL. 33 NO. 1, 2007: 210-223

23. Ismail, A.A. and Halim, Y. (2011). First records of Ostreopsis cf. ocata and Ostreopsis sp. In Alexandria coastal water-Egypt. International conference on Ostreopsis Development. Villefranche-sur-Mer/ 4-8 April.

24. Kao, D.Y. 1993. Paralytic Shellfish Poisoning. Algal Toxins in Seafood and Drinking Water. Pages 75-86 in I.R. Academic Press, New York.

25. Moore, S.K., Trainer, V.L., Mantua, N.J., Parker, M.S., Laws, E.A., Backer, L.C., Fleming, L.E., 2008. Impacts of climate variability and future climate change on harmful algal blooms and human health. Environ. Health 7 (Suppl 2), S4.

26. Rasmussen, R.S.; Morrissey, M.T. (2007). Marine biotechnology for production of food ingredients. Adv.Food Nutr. Res. 52, 237-292.

27. Shirota, A., 1989. Red tide problem and countermeasures. Int. J. Aquacult. Fish. Technol. 1, 195-223.

28. Steidinger KA, Landsberg JH, Tomas CR, Burns JW. 1999. Harmful algal blooms in Florida. Unpublished technical report submitted to the Florida Harmful Algal Bloom Task Force, Florida Marine Research Institute, 63pp.

29. Turner, J. T. (1997). Toxic marine phytoplankton, zooplankton grazers, and the pelagic food webs. Limnology and Oceanography, 42(5, part 2):1203–1214.

30. Van Beukering P, Cesar H. 2004. Ecological Economic Modeling of Coral Reefs: Evaluating Tourist Overuse at Hanauma Bay and Algae Blooms at the Kihei Coast, Hawaii. Pacific Science, Vol. 58, No. 2, pp. 243–260.

31. Van Dolah, F.M. (2000) Marine algal toxins: origins, health effects, and their increased occurrence. Environ Health Perspect 108S:133–14

32. Van Dolah, F.M. (2000). Diversity of marine and freshwater algal toxins. In: Botana LM (ed) Seafood and freshwater toxins: pharmacology, physiology, and detection. Dekker, New York, pp 19–43

33. Vonshak, A. (1997): Spirulina platensis (Arthrospira), Physiology, Cell–biology and Biotechnology. London: Taylor & Francis.

معجم المصطلحات الواردة بالفصل

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانجليزية
ميكروسيستيس أيريجينوزا	Microcystis aeruginosa
ألكسندريم	Alexandrium spp.
أوريوكوكس	Aureococcus
أوريويومبرا	Aureoumbra
أنابينا سيسينااليس	Anabaena cicinalis
أنابينا فلوس أكوا	Anabaena flos-aquae
أفانيزومينون فلوس أكوا	Aphanizomenon flos-aquae
سيلاندروسبرموبسيس راسيبروسكياى	Cylindrospermopsis racibroskii
جامبيرديسكس توكسيسكس	Gambierdiscus toxicus
جيمنوديِنيم كاتيناتم	Gymnodinium catenatum
ألكسندريم كاتينيلا	Alexandrium catenella
ألكسندريم كوروتيكولا	Alexandrium cohorticula
إيوجلينات	Euglenophyta
كريزوفيتا	Chrysophyta
پيروفيتا	Pyrrophyta
بدائية النواة	Prokaryotic
طحالب حمراء	Rhodophytes
طحالب خضراء	Chlorophytes
طحالب بنية	Phaeophytes
پريمنيسيوفايت	Prymnesiophytes
طحلب اللاميناريا	Laminaria
طحلب پورفيرا	Porphyra
طحلب سيستوسيرا	Cystoseira

Coralline	طحالب الكورالين
Phycobiliproteins	فيكوبيليبروتين
Xnthophylls	زانسوفيل
Cyanophyta	طحالب خضراء مزرقة
Xenobiotics	مواد حيوية دخيلة على البيئة والكائنات الحية
Alexandrium	ألكسندريم
Gambierdiscus	جمبيريدسكس
Gambierdiscus toxicus	جمبيريدسكس توكسيكاس
Prorocentrum concavum	بروروسنترم كونكافام
Prorocentrum lima	بروروسنترم ليما
Prorocentrum hoffmannianum	بروروسنترم هوفمنيام
Ostreopsis lenticularis	أوستريوبسيس لينتيكولاريس
Ostreopsis siamensis	أوستريوبسيس سيامنسيس
Chaetoceros	كيتوسيراس
Coolia monotis	كوليا مونوتيس
Amphidinium carterae	أمفيدينيم كارتريه
Carenia brevis	كارينيا بريفيز
Gymnodinium	جيمنودينيم
Gymnodinium breve	جيمنودينيم بريفي
Gonyaulax	جونيالوكس
Protogonyaulax	بروتوجونيالوكس
Pyrodinium	بيرودينيم
Pseudo-nitzschia australis	بسودو نيتشيا اوستراليس
Pseudo-nitzschia pungens	بسودو نيتشيا بنجانس
Pfiesteria piscicida	بفستريا بيشيسيدا
Noctiluca spp.	نوكتيلوكا
Dinophysis	دينوفيسيز
Prorocentrum	بروروسنتريم
Hetrosigma akashiwo	الهيتروسيجما الأكاشيو

Hypoxia	اختناق
Arthrospira platensis	أرثروسبيرا بلاتينسيس
Arthrospira maxima	أرثروسبيرا ماكسيما
Algal blooms	ازدهار الطحالب
Fin fish	أسماك زعنفية
Bivalve fish	أسماك ذات الصدفتين
Alexandrium fundyense	ألكساندريم فينديس
Alexandrium minutum	ألكساندريم مينوتيم
Ostreopsis spp.	أوستريوپسيس
Oscillatoria spp.	أوسيلاتوريا
Algistatic	إيقاف نمو الطحلب
Bacillus anthracis	باسيليس أنثرسيز
Prorocentrum triestinum	پروروسنتريم تريستينيم
Prorocentrum minimum	پروروسنتريم منيميم
Water sratification	تدرج المياه
Antidote	ترياق
Dredging	تكريك
Anaerobic metabolism	تمثيل لاهوائي
Disorientation	توهان
Eutrophication	حالة غذائية معينة للمياه
Okadaic acid	حمض الأوكادايك
Domoic acid	حمض الدمويك
Dizziness	دوخة
Dunaliella salina	دوناليلا سالينا
Diatoms	دياتومات
Dinoflagellate	دينوفلاجلات
Gamberdicus toxicus	جامبيردكيس توسيكس
Retinol	ريتينول (فيتامين أ)
Cyanotoxins	سيانوتوكسينات

Brevetoxins	سم البريفي
Paralytic shellfish poisons	سم السمك الصدفي
Scaritoxin	سم سكاريتوكسين
Ciguatoxin	سم سيجيواتوكسن
Ciguatera	سمك السيجواتيرا
Shellfish	السمك الصدفي
Azaspiracid shellfish poisoning	سموم الآزاسبراسيد للسمك الصدفي
Diarrhetic shellfish poisons	سموم الإسهال للسمك الصدفي
Neurotoxic shellfish poisons	سموم الأعصاب للسمك الصدفي
Pectinotoxins	سموم البكتينو
Amensic shellfish poisons	سموم السمك الصدفي المسببة للنسيان المرضي
Cyanobacteria toxin poisoning	سموم السيانوبكتريا السامة
Ciguatera fish poisoning	سموم سمك السيجواتيرا
Cyano HAB	سيانوهاب
Saxitoxin	ساكسيتوكسين
Cyanobacteria	السيانوبكتريا
Siphonaria capensis	سيفوناريا كابينسيز
Anthrax	طاعون
Microcystis	طحلب ميكروسيستيس
Vibrio cholera	فيبرو كوليرا
Pfiesteria	پفيستيريا
Karenia brevis	كارينيا بريڤيز
Chlorella vulgaris	كلوريلا فولجارس
Ballast water	ماء الصابورة
Coral bleaching	مرض إبيضاض الشعاب المرجانية
Algicidal	مواد قتل الطحلب
Amnesia	نسيان مرضي
Anoxia	نقص تام للأكسجين

Heterosigma sp.	هتيروسيجما
Haematococcus pluvialis	هيماتوكوكس پلوڤياليس
Yessotoxin	يسُّوتوكسين
Neurotoxins	النيروتوكسينز
Anatoxin-a	أناتوكسين-أ
Anatoxin-a(s)	أناتوكسين-أ (س)
Saxitoxin	ساكسيتوكسين
Neosaxitoxin	نيو ساكسيتوكسين
Hepatotoxins	هيباتوتوكسين
Microcystins	ميكروسيستينز
Nodularins	نودولارينز
Cylindrospermopsin	سيلاندروسبرموبسين

(8)

التلوث البحري الميكروبي

خطر محدق.. وموت خفي!!

مدخل:

رأينا مما سبق ذكره فى الفصول السابقة كيف تنوعت صور التلوث البيئي البحري لتشمل التلوث الحراري والإشعاعي، والتلوث بالمعادن الثقيلة، والنفط، والتلوث البحري البيولوجي.. أما هنا فسوف نتطرق لنوع آخر من التلوث البحري لا يقل خطورة عن السابقين وإن كان في بعض الأحيان يزيد عنهم؛ ألا وهو التلوث بالميكروبات المعوية المحمولة في مياه الصرف الصحي الغير معالجة؛ والتي توجد في بول وبراز المريض وحامل العدوى مما يدمر التوازن البيئي للكائنات، ويحدث خللاً وتلفاً في نوعية المياه ونظامها البيئي فتصبح المياه غير صالحة لاستخدامات الإنسان الأساسية، وغير قادرة على احتواء الجسيمات والكائنات الدقيقة والفضلات المختلفة في نظامها الإيكولوجي. كما تعمل هذه البكتيريا كناقلات للأمراض، فتسبب أمراضاً كالتيفود، والتسمم المعوي، والكوليرا، والدوسنتاريا عند دخولها مياه الشرب، كما تمثل خطراً يهدد الكائنات الحية الأخرى الموجودة في ذات البيئة.. علاوة على ذلك فالمياه الغير المعالجة تحتوي على النترات والفوسفات التي تحفز نمو الطحالب في أنظمة المياه المختلفة.. وتستهلك البكتيريا الأكسجين مما قد يقود إلى موت الحياة المائية بأسرها!!

التلوث الميكروبي للمياه:

يُعرف التلوث الميكروبي للمياه على أنه "اختلاط المياه بالميكروبات الممرضة مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات.

وتُعد مياه المجاري هي أهم مصدر للتلوث لمياه الشرب بالميكروبات الممرضة، سواء عن طريق تسربها إلى الخزانات، أو إلى المياه الجارية (كالأنهار،

والبحار). تحمل مياه الصرف الصحي العديد من الميكروبات المعوية الممرضة والتي تمثل خطراً بالغا قد يصل إلى حدوث الأوبئة وتنقل للإنسان إما باللمس أو أثناء السباحة أو بطريق غير مباشر عن طريق تناول الأغذية أو الأسماك الملوثة بهذه الأنواع. وتؤكد الدراسات إلى أن الأنواع الميكروبية الممرضة مسئولة عن 30–50% من الأمراض في الدول النامية. وتُعد الشيجيلا، والسلمونيلا، والاشيرشيا كولاي المسبب الرئيسي لحدوث الإسهال، أما الكمبيلوبكتر فتكمن خطورتها فيما تسببها فى ظهور الحمى، واضطرابات المعدة، والصداع.

على الجانب الآخر، تمثل المخلفات الآدمية بمياه الصرف الصحي خطراً بالغاً يهدد وجود الشعاب المرجانية فيؤثر بوضح على النشاط السياحي، ومن ثم الدخل القومي. وأخيراً يؤدي تسرب الملوثات الميكروبية – مع الملوثات الكميائية – إلى مياه البحر إلى هجرة كثير من الطيور النافعة من أماكنها ونفوق العديد منها.

المكونات الميكروبية لمياه الصرف الصحي:

تتكون مياه الصرف الصحي – كما هو معلوم – من مجموع المياه المستخدمة في المنازل (وتشمل مياه هذه المخلفات، كل ما يتم صرفه عن طريق شبكات صرف المنازل من مطابخ وحمامات ودورات مياه، ويُطلق عليها مجتمعه مياه مخلفات المجاري).. **ومياه المصانع** (وتشمل مياه المخلفات، بما فيها من أحماض وزيوت ومعادن ناتجة من مختلف الصناعات المعدنية والبترولية والمناجم ومخلفات عضوية نباتية وحيوانية مثل ما ينتج من مخلفات مصانع السكر والورق والمصانع الغذائية والمبيدات....الخ. ومياه مخلفات المصانع تختلف بدرجة كبيرة جداً في الكمية والتركيب، من موقع لموقع ومن مصنع لآخر).. **ومياه مخلفات المزارع والحدائق** (وتحمل هذه المياه بقايا المخصبات والمبيدات والتي قد تصل

لمواسير الصرف).. **والمياه الجوفية والسطحية** التي تصل إلي مواسير الصرف (وهي أقل المياه احتواء على الميكروبات وتطالها الميكروبات من الهواء، وسطح الأرض، ومياه المجاري، وذلك لأن التربة تعمل كمرشحات للميكروبات).. **والمياه الجوية** (ويُقصد بها مياه الأمطار، والثلوج، وتتلوث عند مرورها بطبقات الجو والتلوث بواسطة الميكروبات العالقة بالهواء، أو بواسطة الميكروبات الأرضية عند الجريان بالأرض).. **والمياه المستخدمة في غسيل الطرقات**، وتلك المستخدمة في بعض الورش والمصانع الصغيرة التي تقع داخل المدينة.

والمشكلة البيئية تبرز جلياً في حال أن تُلقي هذه المخلفات في مياه الانهار التي تصب بدورها في البحر؛ فتترسب – حال عدم معالجتها – المواد الصلبة في القاع، وتتحلل المواد العضوية، **مما يؤدي إلى واحدة أو أكثر مما يلي:**

- ✓ تشوه صورة صفحة المياه، وفقدانها بالتبعية لمزاياها الترفيهية والسياحية..
- ✓ انتشار الروائح الكريهة بسبب غاز الميثان، غاز كبريتيد الهيدروجين، والكبريت..
- ✓ زيادة تركيز عنصري النتروجين والفوسفور، ومن ثم انخفاض نسبة الأكسجين الذائب في المياه، مما يؤدي إلى تكاثر انواع من النباتات والطحالب البحرية تخل بالتوازن البيئي البحري، فيقضي ذلك على العديد من الكائنات البحرية وخصوصاً الأسماك..
- ✓ تكاثر الفيروسات والبكتيريا المسببة للعديد من الأمراض وعلى رأسها؛ أمراض الحساسية والجهاز التنفسي والفشل الكلوي.. فقد ثبت أن مياه الصرف الصحي ما لم يتم معالجتها جيداً فإنها تسبب أمراضاً خطيرة للإنسان، وبخاصة لو تسربت إلى مياه شربه.. وقد حدث انتشار وباء الكوليرا في القرن السابع عشر في لندن نتيجة تلوث مياه نهر التايمز بمياه الصرف الصحي.. كما حدث – أيضاً – في

دلهي بالهند وكاليفورنيا بالولايات المتحدة الامريكية انتشار لوباء السالمونيلا، والالتهاب الكبدي، نتيجة تلوث المياه في عام 1956م.. إن مياه الصرف الصحي بها أعداد كثيرة من الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات، وبذلك تنقل العديد من الأمراض مثل الكوليرا والتيفود وشلل الأطفال!!

- ✓ ينتج نوع من البكتيريا المعروف بـ (**بكتيريا التعفن**) أمونيا تتأكسد إلي نترات فتكون ما يُعرف باخضرار الماء، وتظهر علي شكل طبقة خضراء من الأعشاب علي سطح خزانات المياه والبحيرات وشواطيء البحار وأكثر ما تكون في المياه الراكدة، وتسبب إعاقة تسرب الأكسجين إلى الماء، وتسبب زيادة الأعشاب الخضراء مرض زرقة العيون لدى الأطفال.

ومع هذا.. لا تصيب الميكروبات الإنسان عن طريق البحر بصورة مباشرة عن طريق الاستحمام إلا في حالات قليلة، حيث تكون مياه البحر الضحلة ملوثة بمياة الصرف الصحي لاسيما مع ارتفاع نسبة الملوثات العضوية؛ ولكنها – دائماً – ما تصيبه بصورة غير مباشرة عن طريق تناوله للمحاريات البحرية التي تمتلأ بهذه الميكروبات.. فمثلاً انتشر وباء الكوليرا على السواحل الجنوبية لإيطاليا عام 1973م، إثر تناول الناس محاريات بحرية ملوثة.

وفي المدن الساحلية تزداد نسبة الملوثات نتيجة لزيادة عدد السكان القائمين بها بالإضافة إلى أن معظم المدن الجديدة تنشأ قريباً من الساحل.. فقد أشارت إحدى الدراسات أنه يتم صرف 250 ألف متر مكعب من مخلفات الصرف الصحي – يومياً – من مجمع سكني به مليون شخص وأن اللتر الواحد من هذه المياه يحتوي على 2-3 مليار ميكروب، بالتالي تزداد مدى خطورة هذه الميكروبات الممرضة على القائمين على السواحل والمصطافين.

ولعل من أشهر الأمثلة الدالة على التلوث بمياه الصرف الصحي هو ما يحدث لبحيرة مريوط مما أدى إلى تدمير الثروة السمكية ونقص الإنتاج السمكي من 12 ألف طن في عام 1973م إلى ما يناهز ألفي طن في عام 1990م. فضلاً عن إصابة الصيادين بالأمراض الجلدية الخطيرة بما تحمله هذه المياه من ميكروبات ممرضة وتشريد حوالي 20 ألف صياد.

والآن سنتابع سوياً أهم الأمراض التي تنتقل بفعل المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي، وكذلك أهم الملوثات الميكروبية بمياه الصرف الصحي.

أهم الأمراض التي تنتقل بمياه الصرف الصحي:

1-التيفود..

2-الدوسنتاريا..

3-البار اتيفود..

4-الكوليرا..

5-التسمم الغذائي..

أهم الملوثات الميكروبية بمياه الصرف الصحي:

ايشيريشيا كولاي:

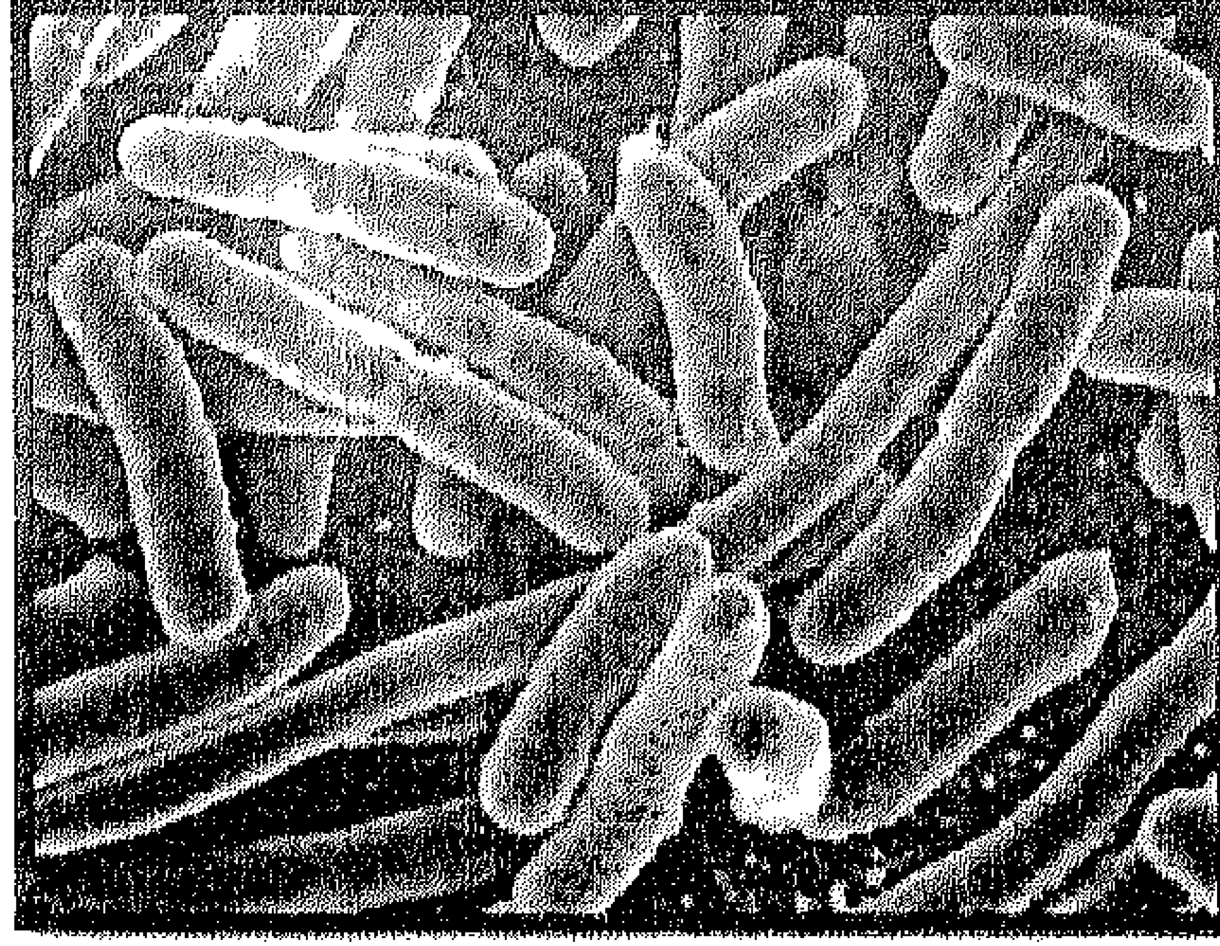
هي بكتيريا شائعة معروفة، تتواجد طبيعياً في براز الإنسان، ومعظم الحيوانات ذات الدم الحار، وتمثل جزءً من الفلورا أو الكائنات الطبيعية للقناة الهضمية في هذه الكائنات، لذا يُطلق عليها **(جرثومة الأمعاء الغليظة).**

ومع أن العلماء يعدون ايشيريشيا كولاي صديقة للإنسان، إلا أن هناك أنواع منها ذات قدرة على تكوين مستعمرات كثيرة في مجرى الأمعاء نفسها، ثم تخترق بطانتها فضلاً عن إفراز العديد من السموم البكتيرية التي تتسبب في خروج السائل

المعوي، وحدوث الإسهال فالجفاف.. **وقد ذهب الميكروبيولوجيون إلى تقسيمها إلى أربع مجموعات:**

- ✓ مجموعة نوع يخترق الأمعاء محدثاً حمى، وتقلصات وزحار، وربما تقرحات القولون وإسهال دموي..
- ✓ مجموعة سامة للأمعاء وتتسبب في إسهال مائي، وجفاف وأحياناً القيىء..
- ✓ مجموعة المعوية النزفية، ومنها سلالات تؤدي إلى مشاكل صحية تهدد حياة المصاب مثل: الالتهاب القولوني المصحوب بنزيف مع تقلصات حادة في الأمعاء، وإسهال دموي، وشعور بالغثيان، وقييء.. ولربما تطورت إلى الإصابة بمتلازمة التحلل الدموي البولي (قد تسبب الفشل الكلوي)، وتلف المخ، والسكتات الدماغية، ونوبات التشنج الصرعية، ثم إلى الوفاة لاسيما بين الأطفال الصغار والمسنين!!
- ✓ مجموعة تتسبب في إسهال الرضع، وقد لا تبدو آثار المرض في العديد من البالغين الذين يحملون هذا المرض..

على الجانب الآخر، فهناك استخدامات وتطبيقات عديدة لبكتيريا (ايشيريشيا كولاي).. مثل استخدامها كدليل على تلوث الماء، والحكم على جودتها كما سيتضح لاحقاً.. وكاستخدامها في مجالات الهندسة الوراثية والحمض النووي معاد الاتحاد لانتاج دوائيات كثيرة نافعة، مثل؛ الأنسولين، والأجسام المضادة الأحادية، والهرمونات البشرية، والإنترفيرونات، وغيرهم.



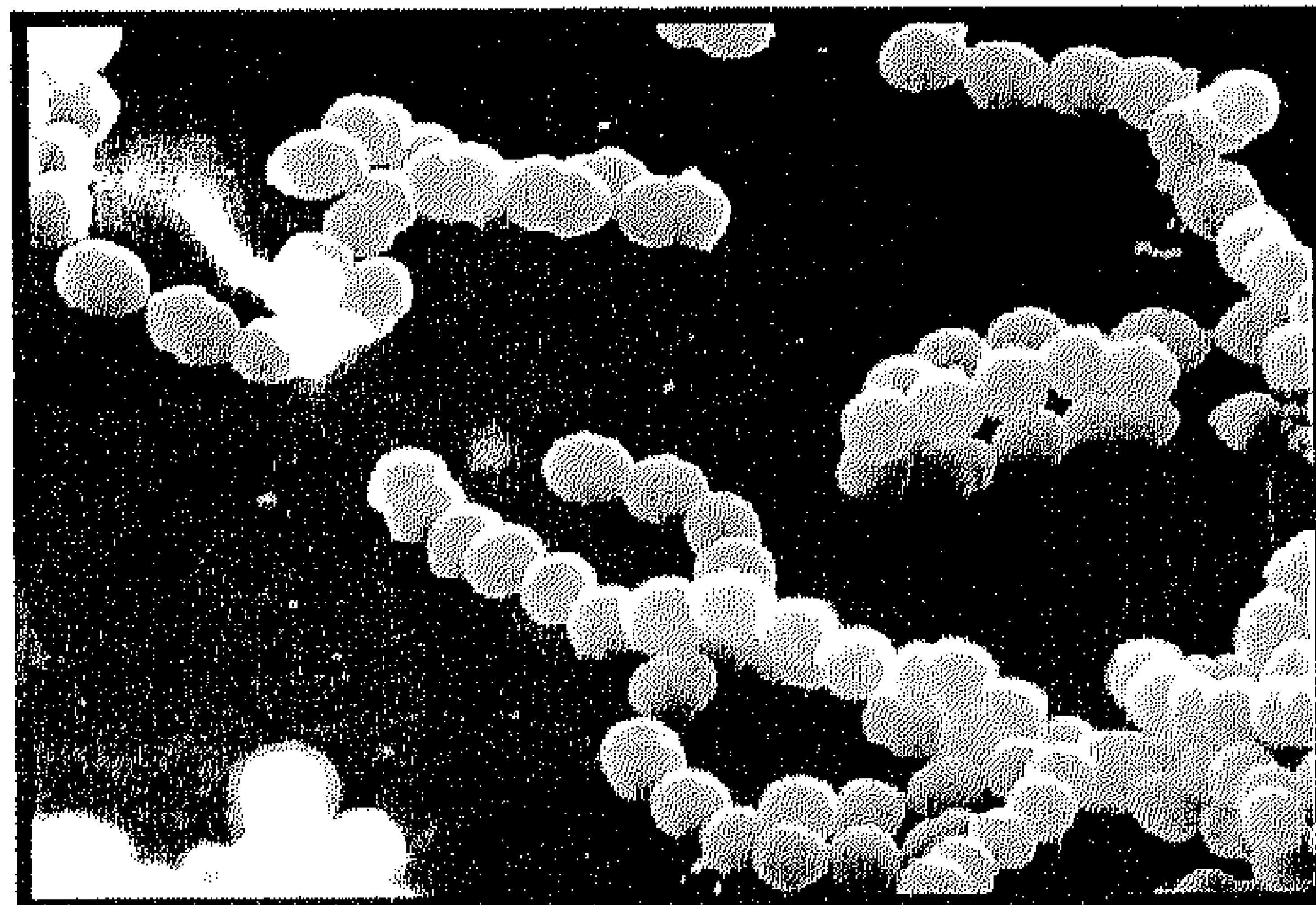
خلايا ايشيرشيا كولاي تحت الميكروسكوب الإلكتروني

✓ <u>استربتوكوكس فيكاليس:</u>

هذا النوع من البكتيريا موجب لصبغة جرام، ذي مستعمرات دائرية مرتبة فى أزواج، أو في سلاسل قصيرة (كما تظهر تالياً تحت الميكروسكوب الالكتروني).. ويكثر تواجدها في براز الإنسان والحيوانات الأخرى، كما تُعزل من التربة ومياه الصرف الصحي ومنتجات الألبان.

تتسبب (**استربيتوكوكس فيكاليس**) في حدوث أمراض عديدة مثل؛ التهاب السحايا، والالتهاب الرئوي والتهاب الشغاف، الحمرة، وغيرها.

ومن تطبيقاتها أنها كبكتيريا (**ايشيرشيا كولاي**) تُستخدم كدليل على تلوث الماء، والحكم على جودتها.



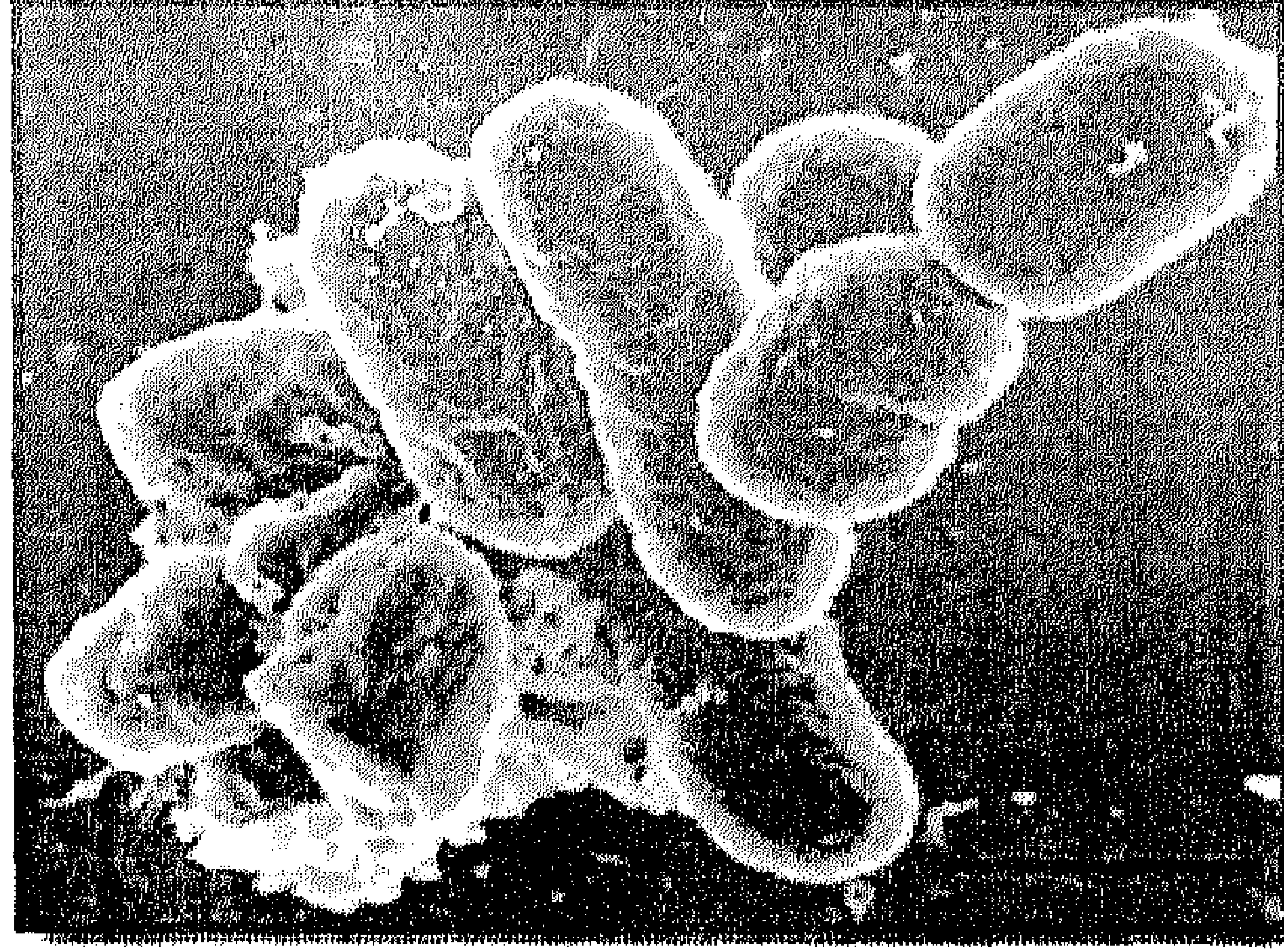
خلايا استربيتوكوكس فيكاليس تحت الميكروسكوب الإلكتروني

✓ **بكتيريا سالمونيلا:**

تصيب كل من (**سالمونيلا تايفي**) و(**سالمونيلا باراتايفى**) الإنسان فقط، فيما تصيب أنواع أخرى منها كائنات أخرى كالخيل والدواجن والخنازير، فيما يُعرف بـــ (**داء السلمونيلات، أو الحمى التيفودية في حال إصابة الإنسان**)، وعلى أنه "مرض بكتيري معد يصيب الإنسان والحيوان على حد سواء، وتسببه بكتيريات من جنس سالمونيلا، وهي بكتيريا معوية واسعة الإنتشار إذ تتواجد في مخلفات المزارع.. وفي مياه الصرف.. أو في الروث وما يلوثه من مواد، ويكون وجودها عادة نتيجة لمرض إكلينيكي. وكل أعضاء هذا الجنس ممرضة، بيد أنها تختلف في ضراوتها وفيما تسببه من متلازمات مرضية، وهو مرض يكثر فى مناطق التربية الكثيفة للحيوانات خصوصاً الدواجن، أما في المراعي الطبيعية فإنه يحدث عند تجميع الحيوانات أو عند الولادة، كما أنه يتواجد بصورة موسمية بفصل الأمطار الحارة ببعض البلدان".

العدوى:

- ينتقل داء السالمونيلات بواسطة روث الحيوانات المصابة بالمرض عن طريق الفم..
- تتلوث البيئة المحيطة بالسالمونيلا نتيجة روث الحيوانات المصابة وما يحمله من بكتيريا..
- في الحالات الوبائية تصاب الحيوانات بالعدوى بفعل التلامس المباشر بالروث أو الأكل أو الماء أو الفرش الملوث بالروث..



خلايا بكتيريا سالمونيلا تحت الميكروسكوب الإلكتروني

الأعراض:

تظهر الأعراض، إذا ما وصلت بكتيريا السلمونيلا إلى الأمعاء الدقيقة ثم إلى الأوعية اللمفاوية ثم إلى القناة الصدرية فالدورة الدموية ومنها تنتشر في كثير من أعضاء الجسم، والتي تكون فى شكل تسمم غذائي، **كما يلي:**

- حمى مفاجئة خفيفة..
- صداع ومغص شديد..
- توعك وغثيان وقيئ وآلام في الجزء العلوى من البطن..
- اسهال مائي ذو رائحة كريهة..
- قد يحدث تمدد في الفراش بعد عدة أيام من ظهور المرض نتيجة للجفاف..

الوقاية والعــلاج:

عادة ما يستعيد المريض عافيته في مدة من يومين إلى أربع، ومع ذلك فإن الوقاية تتمثل فىما يلي من طرق:

- انتاج مواد غذائية خالية من الإصابة..
- عدم استعمال لحوم الماشية والأغنام والطيور المريضة في التغذية..

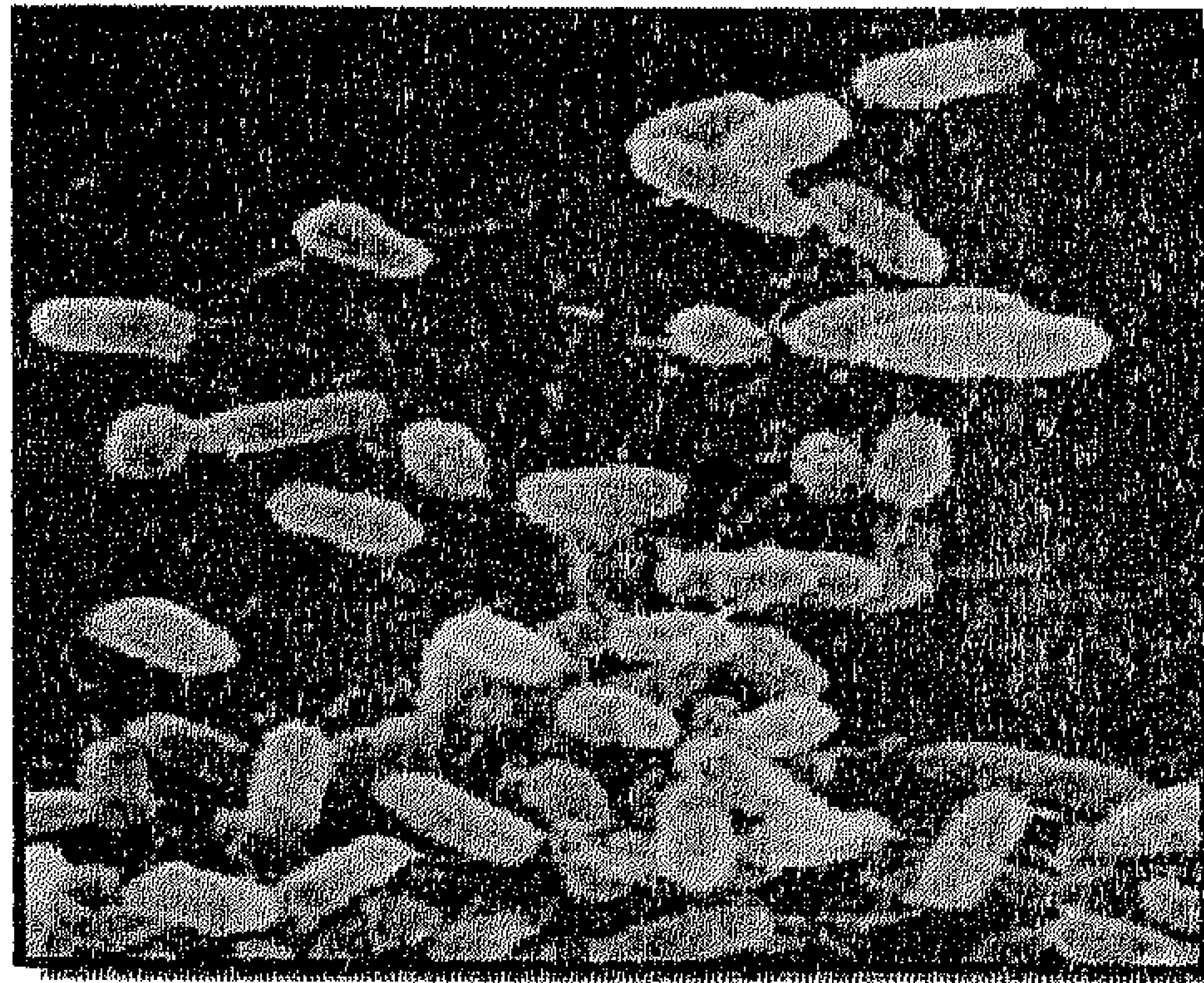
- عدم تناول البيض نيئاً..
- طهى اللحوم والدجاج جيداً..
- استبعاد الحيوانات المصابة..
- حفظ الأغذية بعيداً عن التلوث الجرثومي..
- غسل الأيدى جيداً قبل إعداد الطعام..
- منع اقتراب الحيوانات والقوارض من الأطعمة..

أما العلاج فيتم كما يلي:

لا ينصح الأطباء غالباً باستخدام المضادات الحيوية ضد الإصابة بسالمونيلا التسمم الغذائي التى تكون بدون مضاعفات، ولكن مع الحالات الشديدة والمضاعفات ينصح الأطباء بالسبيرفلوكساسين أو بالتريميثوبريم، مع تناول السوائل والأملاح منعاً للجفاف.

بكتيريا شيجيلا:

شيجلا بكتيريا سالبة الجرام، عصوية الشكل، غبر متحركة وغير متحوصلة. وتسبب مرضاً يُعرف بالــ (**شيجلوسس**)، لكنه نادر الحدوث في الحيوان، إذ هي في الأصل من مسببات المرض للإنسان.



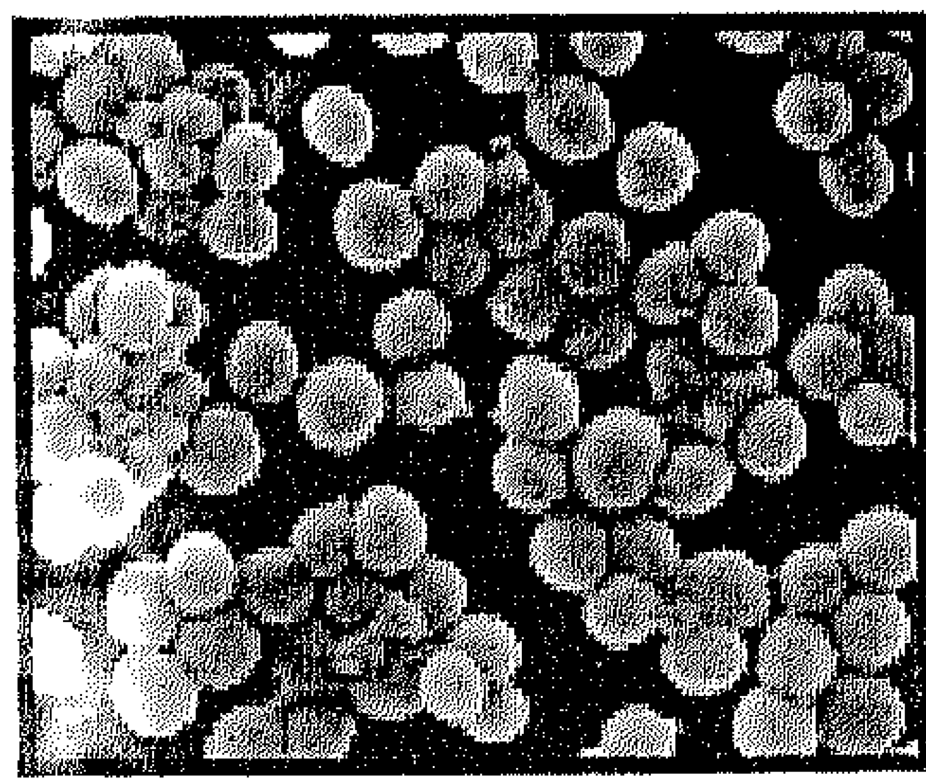
خلايا بكتيريا شيجيلا تحت الميكروسكوب الالكتروني

تنتشر بكتيريا **(شيجلا)** في براز الإنسان، وتتميز بقدرتها على البقاء في المياه الباردة لمدة طويلة، وتنتقل إلى الإنسان عن طريق تناول مياه الشرب أو الطعام الملوثين بها، أو عن طريق ملامسة الأيدي الملوثة بالبراز، وهي المسئولة عن حدوث مرض الدوسنتاريا. وتنتشر الإصابة بها أثناء فصل الصيف، ولا تظهر الأعراض إلا بعد يوم أو يومين من التعرض للبكتيريا. وقد تكون الأعراض بسيطة مثل؛ ألم بالبطن وإسهال وقد تكون مدممة وتبقى لنحو أسبوع، وقد تكون مصحوبة بتشنجات في حالة الرضع، وقد يحدث التهاب بالمفاصل بعد الشفاء من المرض، لكن يمكن علاجه بالمضادات الحيوية.

استافيلوكوكس ايريس:

تُعد من البكتيريا الموجبة لصبغة جرام، وشكلها عنقودي، وتتواجد طبيعياً فوق الجلد وفى الأنف، ولا تتسبب في حدوث أمراض إلا تحت ظروف بعينها.

لكنها تتسبب بشكل عام في؛ البثور، والقوباء، والدمامل، والتهاب النسيج الخلوي.. بيد أن خطورتها الفعلية تكمن في التسبب فى أمراض خطيرة كالالتهاب السحائي، والالتهاب الرئوي فضلاً عن تسببها فى حدوث أمراض الجهاز التنفسى والعظام والمفاصل. وتنتقل العدوى نتيجة للاتصال المباشر مع قرح الجروح، أو عن طريق استعمال أدوات حلاقة المريض وضماداته. والجدير بالذكر أن خطورة **(استافيلوكوكس ايريس)** تهدد الأطفال حديثى الولادة، ومرضى السكر والسرطان أكثر من تهدد.

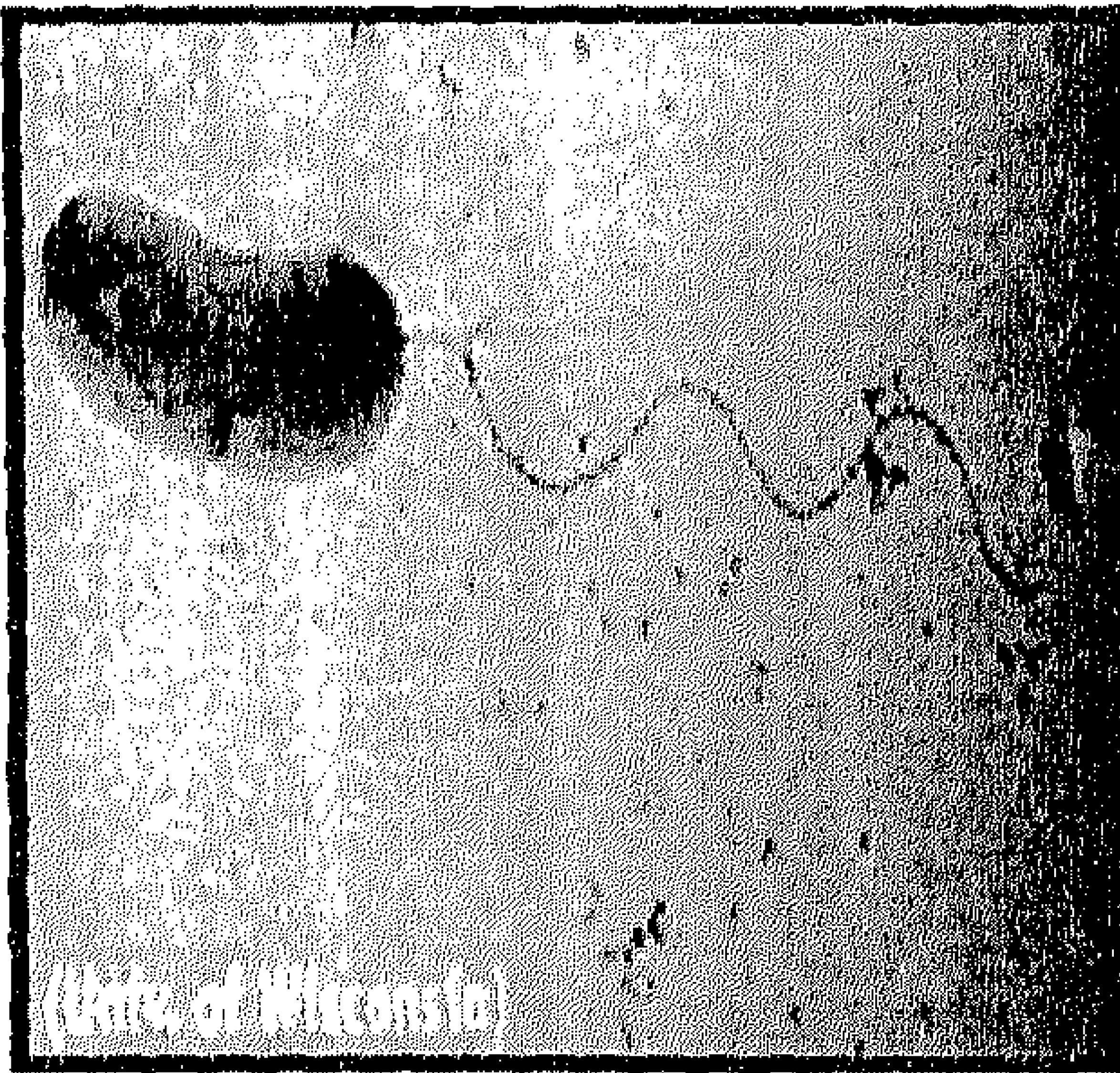


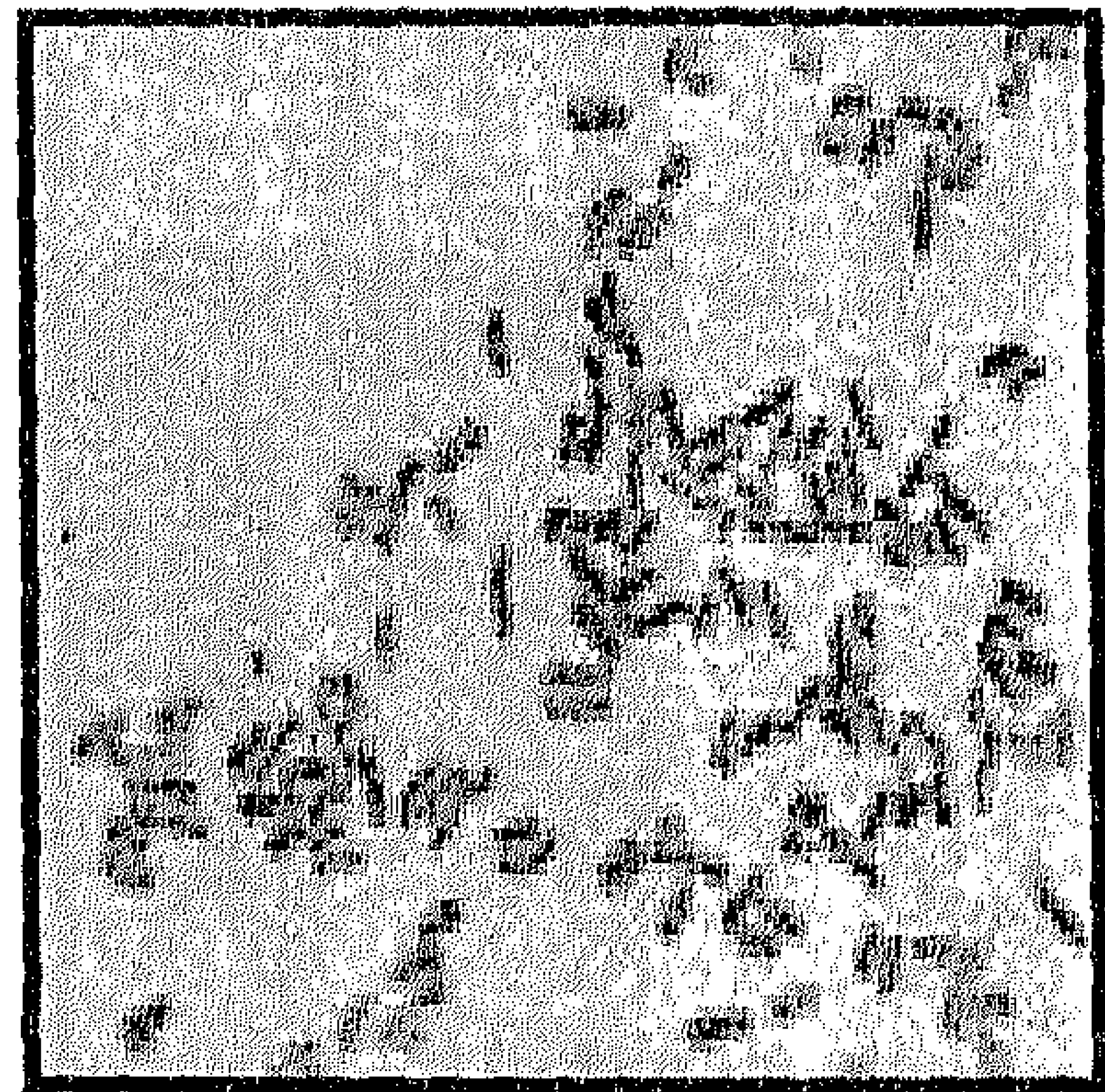
خلايا استافيلوكوكس ايريس تحت الميكروسكوب الالكتروني

فيبريو كوليرا:

تُعد بكتيريا الفيبريو كوليرا من البكتيريا السالبة لصبغة جرام. تظهر تحت الميكروسكوب على صورة حرف (و) العربي، أو كحرف (S) اللاتيني.

تسبب هذه البكتيريا مرض الكوليرا، الذي ربما دون ظهور الأعراض على المرضى يصبحوا ناقلين للعدوى المرضية خلال أسبوع أو أسبوعين عند خروج البكتيريا مع البراز. وتتراوح فترة الحضانة – وهي قصيرة – بين يوم وخمسة أيام. وتبدأ الأعراض بحدوث إسهال، قد يؤدي إلى حدوث الجفاف أو الموت نتيجة فقد كمية كبيرة من السوائل خلال فترة قصيرة، ويكون هذا مصحوباً بغثيان وقيء فضلاً عن تقلصات عضلية نتيجة للفقد السريع للأملاح. هذا، وتعد المياه الملوثة للفاكهة وللخضروات غير المطهية مصدراً أساسياً للعدوى بالكوليرا، كما تعمل المحاريات النيئة كمرشحات للمياه فتتركز بها بكتيريا الفيبريوا كوليرا. على الجانب الآخر، يُعد الأرز والحبوب وسطاً مناسباً لنمو هذه البكتيريا لاسيما لو كانت مياه الرى ملوثة بمياه الصرف الصحي.





خلايا فيبريو كوليرا تحت الميكروسكوب الإلكتروني

سيدوموناس اريجينوزا:

هي بكتيريا سالبة لصبغة جرام، ومستعمراتها عصوية الشكل تحت الميكروسكوب، وتتواجد في الماء، والهواء، وفوق الجلد، وعلى أسطح النباتات، وأحياناً على أسطح الحيوانات، وتتسبب في عدد من الأمراض لكل من الإنسان والحيوان.

تتميز هذه البكتيريا بتكوين طبقة رقيقة من السريات العديدة حولها لحمايتها من الظروف البيئية القاسية، مما يمكنها من مقاومة معظم المضادات الحيوية (يعدها العلماء نموذجاً لدراسة البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية).. **ومن بين أهم ما تسببه هذه البكتيريا من أمراض، ما يلي:**

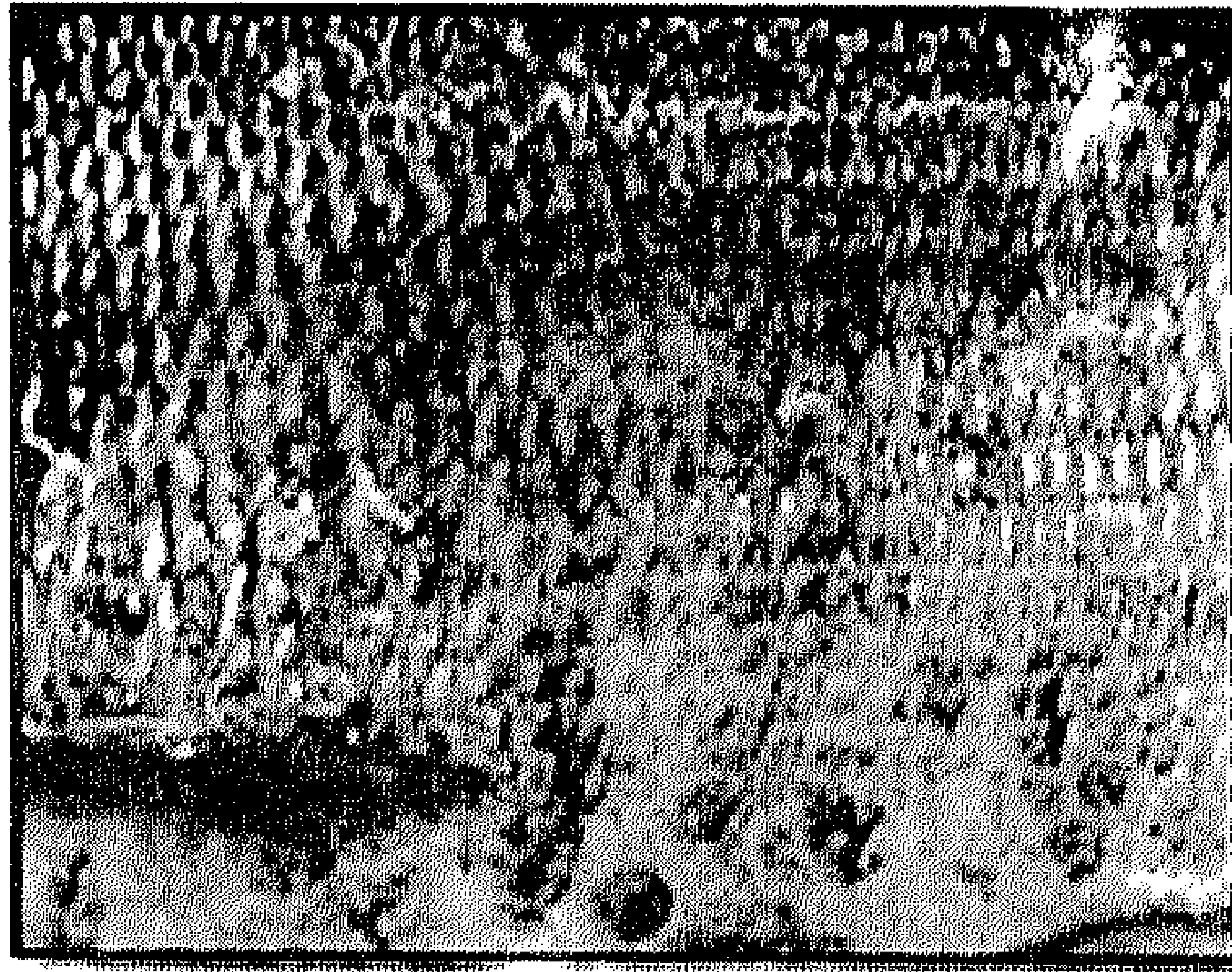
- ✓ التهابات المسالك البولية..
- ✓ التهابات الجهاز التنفسي..
- ✓ التهاب الجلد..
- ✓ التهابات الأنسجة الرخوة..
- ✓ التهابات العظام والمفاصل..
- ✓ التهابات الجهاز الهضمي..



خلايا سيدوموناس اريجينوزا تحت الميكروسكوب الإلكتروني

ايروموناس هيدروفيلا:

تزداد فرصة إصابة الأسماك بالميكروبات الممرضة في مياه الصرف إذا كانت الظروف المحيطة ملائمة لنشاط البكتيريا، وقد تنتشر العدوى عن طريق تسرب المخلفات الآدمية لأحواض التربية وعدم صلاحيتها للاستخدام، وقد تكون العدوى بكتيرية أو فيروسية أو طفيلية وتكمن خطورة هذه الأمراض في أن البعض منها ليس له علاج وأن محاولات العلاج قد لا تنجح مع بعض الأنواع. ومن الأمراض البكتيرية التي تصيب الأسماك هو ظهور مرض الاستسقاء الكبدي المعدي؛ والذي تظهر أعراضه على جسم السمكة نتيجة تكون قروح نزيفية على الجلد وتساقط القشور وتورم البطن بالإضافة إلى إمتلاء الأمعاء بسائل أصفر مائل للحمرة، ويتغير لون الكبد للأخضر المصفر مما يؤدي إلى نفوق الأسماك وحدوث خسارة باهظة. وهناك أنواع أخرى من الأمراض البكتيرية تسبب تحلل خلايا الدم ونفوق الأسماك. وقد أظهرت إحدى الدراسات التي شاركت فيها المؤلفة على منطقة الدلتا الشمالية، والتي تم فيها عزل بعض البكتيريا الممرضة للأسماك مثل؛ أيروموناس، وفيبريو، وسيدوموناس، ومجموعة الكوليفورم، فُوجد أن 50% من هذه الأنواع المعزولة تسببت في تحلل خلايا الدم، كما هو موضح بالصورة التالية. وقد أظهرت الدراسة أيضًا خطورة هذه الكائنات في مدى مقاومتها للعديد من المضادات الحيوية التي تم اختبار كفاءتها للقضاء على هذه البكتيريا الممرضة.



إصابة الأسماك بالالتهاب والنزيف

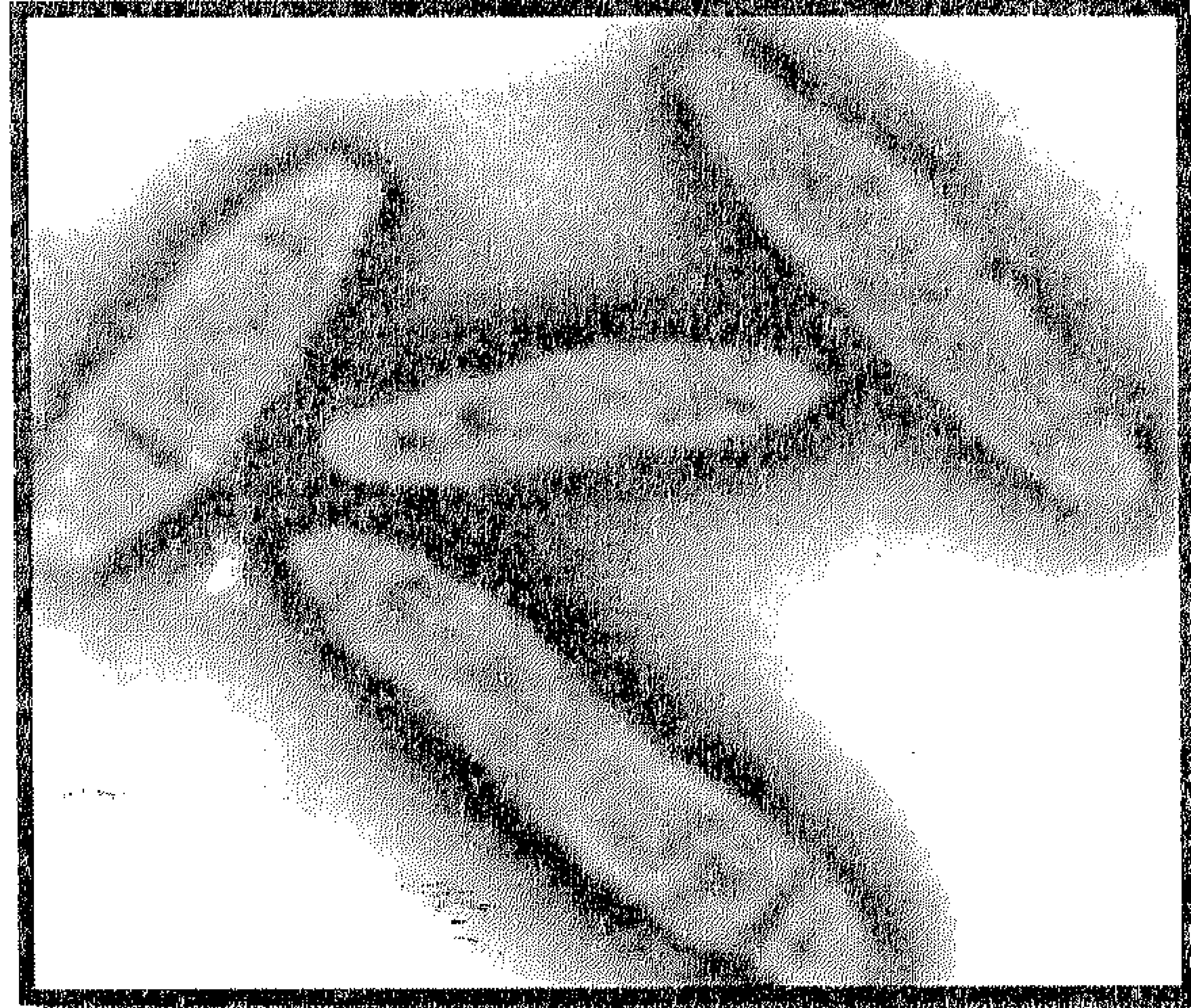
بكتيريا كامبيلوبكتر:

هي بكتيريا سالبة لصبغة جرام، ذات أشكال متقوسة وحلزونية، ولها سوط قطبي واحد. وللنمو تحتاج إلى القليل من الهواء. يوجد منها نوعان، هما: **(كامبيلوبكتر كولاي)**، و**(كامبيلوبكتر جيجوناي)**.

تسبب المرض لجميع الأعمار. وتظهر الأعراض على مرحلتين:

- ✓ **المرحلة الأولى:** تكون مصحوبة بحرارة، وصداع، وألم في العضلات.. وتستمر ما بين يوم إلى أربعة أيام..
- ✓ **المرحلة الثانية:** تشمل آلام حادة في البطن مع إسهال دموي، يستمر لمدة أسبوعين..

هذا، وتنتقل العدوى بهذه البكتيريات عن طريق براز الحيوانات الحاملة لها (الطيور والثدييات)، أو اللحم الملوث (خصوصاً الدواجن)، أو الماء الملوث، وربما أكل اللحم النيئ أو غير المطهو جيداً.



بكتيريا كامبيلوبكتر تحت الميكروسكوب الالكتروني

فيروس التيفوس:

دائماً ما يرتبط مرض التيفوس بالبيئة القذرة وبالجسم القذر، وهو كما يحلو للعلماء نعته "**وباء الفقر والبيئة القذرة**".. ثم أنه المرض الذى قهر أمامه جيوش جرارة حيث أصيب به أكثر من مليون جندى فى جيوش نابليون.. وهو الوباء الذى قتل بأيرلندا نحو 700 ألف نسمة من جملة تعداد بلغ 6 ملايين نسمة.. وهو – أيضاً – الوباء الذى قتل فى مطلع القرن العشرين 150 ألفاً من الصرب، بجانب عدد غفير من الأطباء (قيل أنه بلغ الثلث).. وهو هو الوباء العنيف الذي اجتاح روسيا فى الفترة ما بين عامى 1918م و 1922م، فقتل نحو 3 مليون نسمة من إجمالي 30 مليون كان قد أصابهم!!

ويضع العلماء فيروس التيفوس كحلقة وصل بين البكتيريا والفيروسات، إذ أنه يجمع بين صفات الفيروس من ناحية وبين صفات البكتيريا من ناحية أخرى. ومما تذكره المراجع العلمية أن العالم (ريكتس) قد أصيب به ومات. ولذا فقد أطلقوا إسمه على مجموعة من الفيروسات عُرفت بإسم (ريكتسيا). والتي يسبب أفرادها أنواعاً شتى من الحمى تُصاب بها حيوانات بجانب ما يصيب منها الإنسان. وتنتقل كلها بواسطة الحشرات (قمل وقراد وبراغيث).

وفيروس التيفوس على وجه الخصوص إذا ما أصاب الإنسان فإنه يعيش بالطحال والمخ والنخاع العظمى ثم هو يسرى مع الدم هنا وهناك.

العدوى:

تحدث العدوى بالتيفوس بواسطة القمل الذي يأخذ الفيروس مع ما يلعقه من دم المريض حيث يستقر الفيروس فى أمعاء القملة ليتكاثر فيها، ثم إذا ما انتقلت القملة إلى إنسان سليم أصابته بالمرض (**حيث يوزع القمل الفيروس مع برازه على الأجساد غير النظيفة**)، والتي تموت على أية حال بعد 12- 15 يوماً.

على الجانب الآخر فإن فيروس التيفوس يفضل أمعاء إناث القمل على الذكور، ويفضل قمل الجسم على قمل الرأس وقمل العانة!!

الأعراض:

تتلخص أعراض التيفوس فيما يلي:

- ✓ ارتفاع كبير فى درجة الحرارة..
- ✓ احتقان..
- ✓ صداع شديد..
- ✓ وجع بالبطن مصحوب باسهال أو إمساك..
- ✓ طفح جلدي ينتشر في اليوم الرابع أو الخامس من المرض على الجذع والأطراف..

المضاعفات:

في الحقيقة إن الغرغرينا أو تسمم الدم أو التهاب الغدة النكفية والأذن لهي من أخطر المضاعفات التي قد تصاحب وباء التيفوس.. وقد يُشفى المريض بإذن الله أو قد يموت!!

<u>الفيروسات المعوية:</u>

توجد في مياه الصرف الصحي فهناك أكثر من140 نوعاً، ويكثر وجودها في مياه الشرب الملوثة وكذلك المحاريات والأسماك والرخويات التي تستقبل كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي. ومما لا شك فيه أن هذه الفيروسات سرعان ما تنتقل للإنسان عن طريق التعرض لإحدى هذه المصادر ومن أكثر الأنواع انتشارا وتورطا في حدوث الأمراض هي؛ الأدينو، وروتا، والهيبتيتس وهي مسئولية عن 30 – 50% من حالات الإسهال في العالم كذلك تتسبب في حدوث أمراض الكبد، والشلل، والتخلف العقلي، وأمراض القلب، وإلتهاب الأعصاب، واضطرابات المعدة.

وتكمن خطورة هذه الفيروسات في صعوبة وتكلفة الاستدلال عليها وسرعة انتشارها بين الأطفال والصغار. هناك العديد من الأمراض التى تسببها الفيروسات المعوية. كما وتمثل الأمراض الفيروسية خطراً بالغاً على الأسماك نتيجة لاعتمادها كلياً على الخلية العائل مما يؤدي إلى سرعة تدمير ونفوق هذه الخلايا بالإضافة إلى صعوبة علاج الحالات المصابة وتظهر إصابة الأسماك بالفيروسات على هيئة التهاب ونزيف في مناطق مختلفة من الجسم بالإضافة إلى تورم الأسماك.

ويمكن ايجاز الأمراض الناتجة عن الإصابة بالفيروسات المعوية كما يلي:

- ✓ فيروس استروفيروس الذي يعيش في براز الإنسان.. ومدة حضانته من 1 – 4 أيام.. ويسبب التهاباً حاداً بالأمعاء لمدة 3 أيام..
- ✓ فيروس كالسى الذي يعيش في براز الإنسان.. ومدة حضانته من 1–3 أيام.. ويسبب التهاب حاد بالأمعاء لمدة 1– 3 أيام..
- ✓ فيروس انتيروفيروس الذي يعيش في براز الإنسان.. ومدة حضانته من 3– 14 يوماً.. ويسبب التهاب حاد في الأمعاء لمدة 3–5 أيام..
- ✓ فيروس هيبتيتس (ا) الذي يعيش في براز الإنسان.. ومدة حضانته من 15– 50 يوماً.. ويسبب سخونة تمتد لعدة أسابيع..
- ✓ فيروس هيبتيتس (ب) الذي يعيش في براز الإنسان.. ومدة حضانته من 15–65 يوماً.. ويسبب سخونة تمتد لعدة أسابيع..
- ✓ مجموعة (أ) من روتا فيروس الذي يعيش في براز الإنسان.. ومدة حضانته من 1–3 أيام.. ويسبب التهاباً للمعدة وترجيع لمدة 5–7 أيام..
- ✓ مجموعة (ب) من روتا فيروس الذي يعيش في براز الإنسان.. ومدة حضانته من 2–3 أيام.. ويسبب التهابا حاداً للأمعاء لمدة 3–7 أيام..

لاقمات البكتيريا القولون كدلائل للتلوث بمياه الصرف الصحي:

اللاقمات البكتيرية أو البكتيريوفاجات، (كلمة لاتينية بمعنى **ملتهمات البكتيريا)**، تقوم باصابة البكتيريا بواحد من الفيروسات التي تهاجمها. ويشيع استخدام هذا المصطلح في شكله المختصر"فاج". وتتكون البكتيريوفاجات من البروتين الخارجي الذى يضم المواد الجينية. ويمكن أن تكون المادة الوراثية ssRNA، ssDNA أو dsDNA. وتنتشر الفاجات على نطاق واسع ومتنوع في المحيط الحيوي؛ فهي موجودة في كل مكان، ويمكن العثور عليها في كل الأماكن التي تسكنها البكتيريا مثل التربة أو أمعاء الحيوانات. وينتشر وجودها في ماء البحر، حيث تم العثور على ما يصل إلى 9×10^8 فيروس في الملليمتر الواحد في الحصير الجرثومية على السطح. وتصل إلى 70٪ من البكتيريا البحرية، وقد استخدمت لأكثر من 90 عاماً كبديل للمضادات الحيوية في الاتحاد السوفياتي السابق وأوروبا الشرقية وفرنسا. ويُنظر إليها على أنها العلاج المحتمل ضد سلالات البكتيريا المقاومة للعقاقير المتعددة.

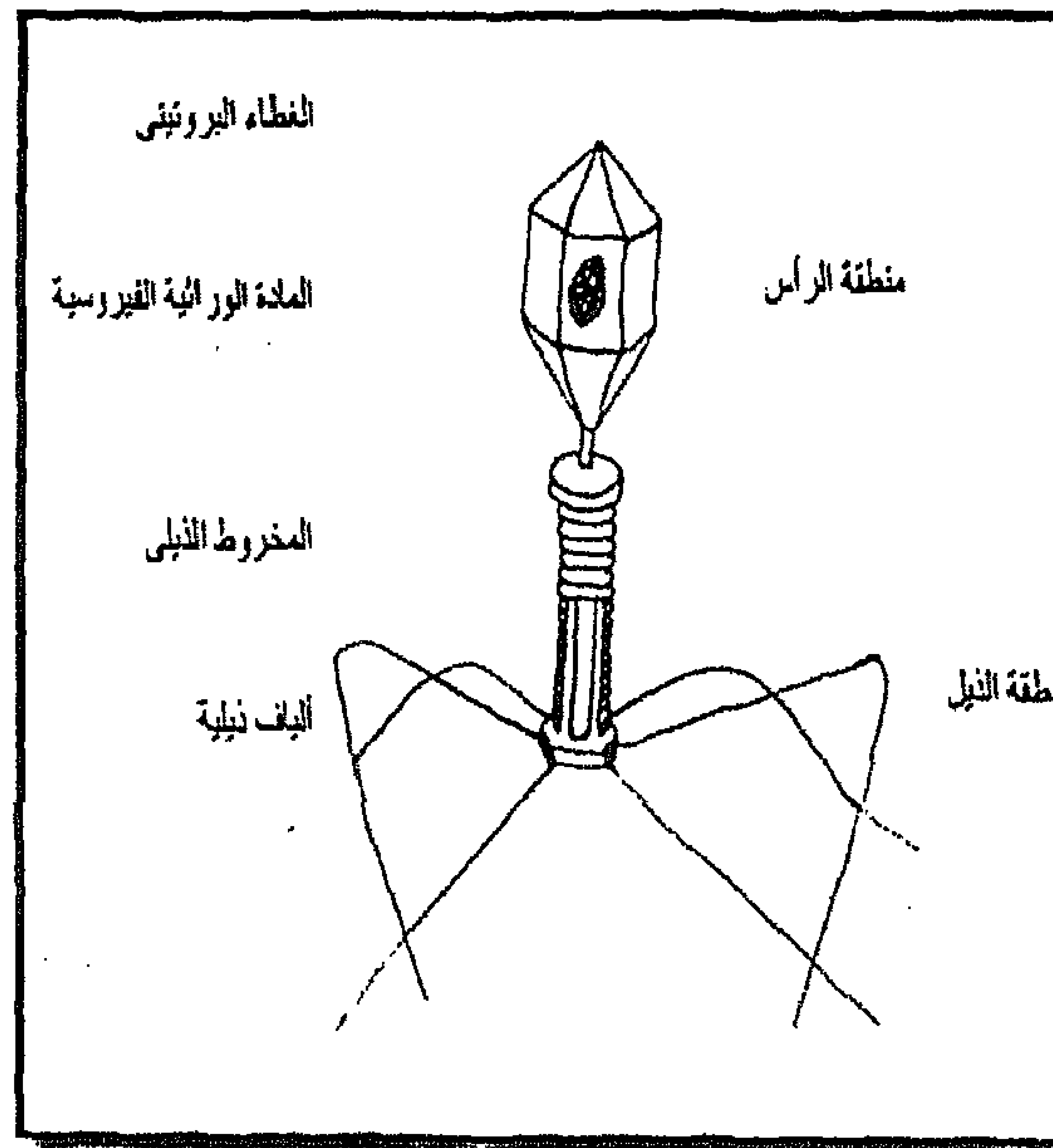
قصة اكتشاف اللاقمات البكتيرية:

لاحظ **(هانكن)** فى عام 1896م أن لمياه نهري الجانج والجومنا فى الهند تأثير مضاد للبكتيريا. وأن هذا التأثير يختفي عند غلي هذه المياه. ولقد جرب **(هانكن)** هذه المياه بالفعل على بكتيريا **(فيبريو كوليرا)** الممرضة، وأكد أن مثل هذه البكتيريا لا يمكن أن تنتشر فى مياه النهرين لما بها من عوامل مثبطة، لكنه لم يقف أبداً على كونها لاقمات بكتيرية. وفي عامي 1915 و1917م تمكن **(إدوارد تورت)** و**(فيليكس دى هيريل)** – على التوالي – من عزل عوامل قابلة للمرور عبر

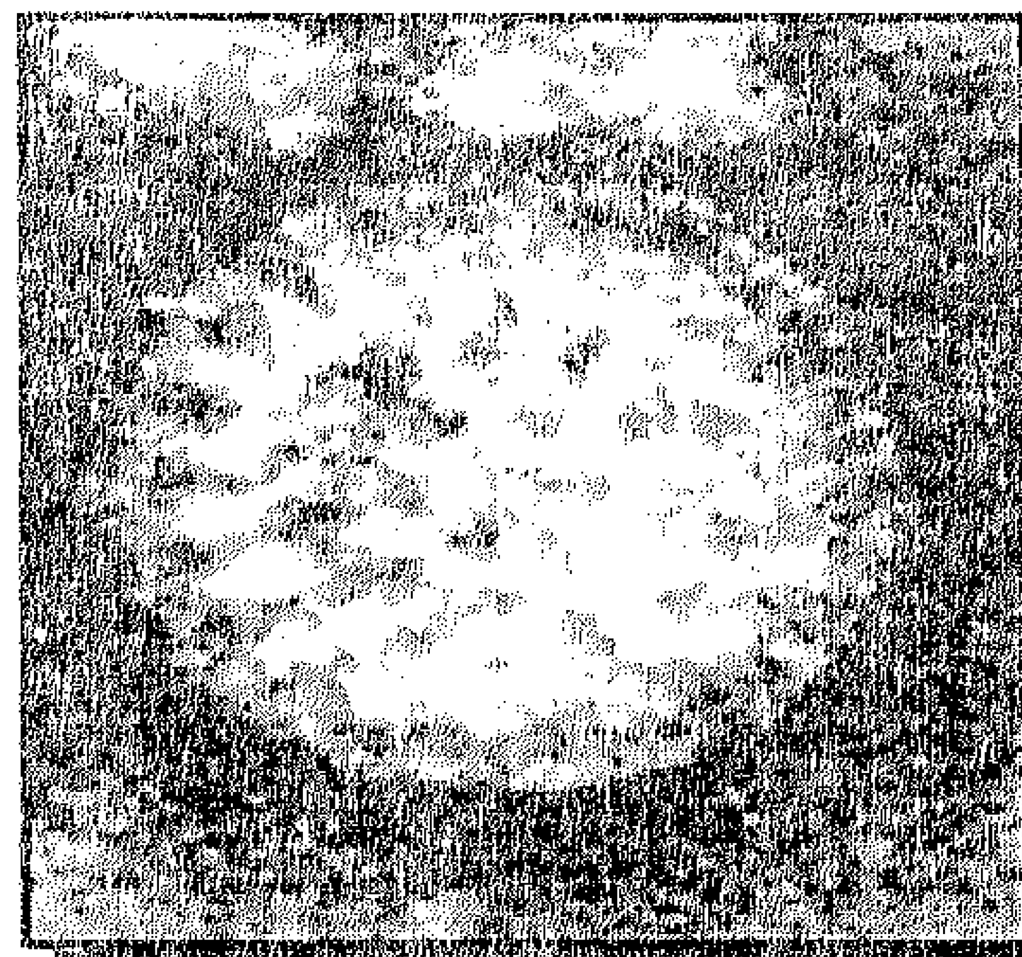
المرشحات الدقيقة ولها قدرة على تدمير المزارع البكتيرية، وإحداث مناطق شفافة فوق البكتيريا المنماة.

على الجانب الآخر، فقد وصف (**دى هيريل**) اللاقمات البكتيرية على أنها فيروسات تتضاعف داخل البكتيريا. وقد أجرى الرجل أبحاثاً مطولة على إصابة فيروسات عديدة لعوائل بكتيرية مختلفة تحت ظروف بيئية متباينة.

من ذلك نخلص إلى أن اللاقمات البكتيرية تحلل خلايا عوائلها، ولو أن الأخيرة في بعض الحالات تبقى مع الإصابة دون تحلل، أو أن تتحلل خلايا العائل تلقائياً بدون تدخل من الفيروس اللاقم والذي ينطلق بحرية في وسط النمو. وتتواجد اللاقمات البكتيرية تقريباً في كل مكان.. فمثلاً: تتواجد لاقمات البكتيريا في البيئات المائية العذبة والمالحة.. وتتواجد لاقمات البكتيريا المعوية في المخلفات الآدمية ومياه الصرف الصحي الملوثة.. وتتواجد لاقمات بكتيريا حامض اللاكتيك في صناعة الألبان.. وتتواجد لاقمات الأكتينوميسيتات في التربة.

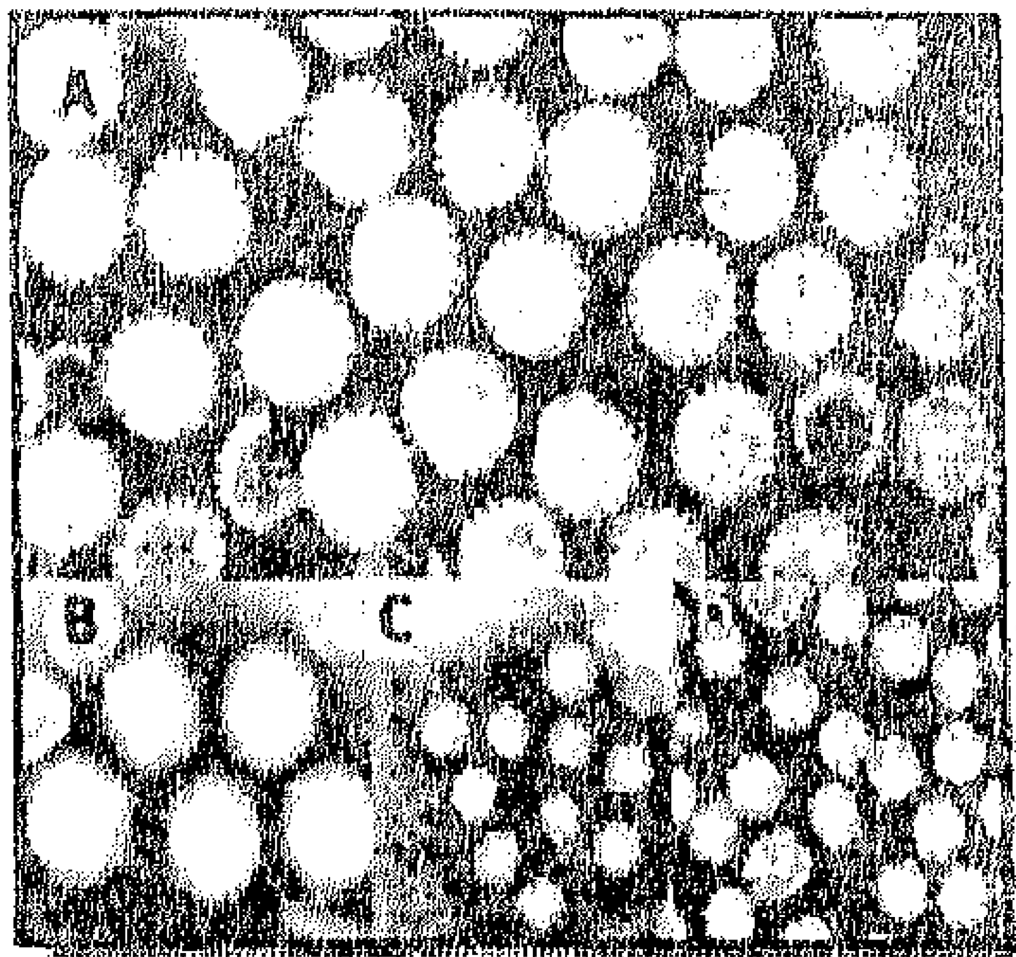


التركيب النموذجي لفيروس تي 40 (أحد اللاقمات البكتيرية)



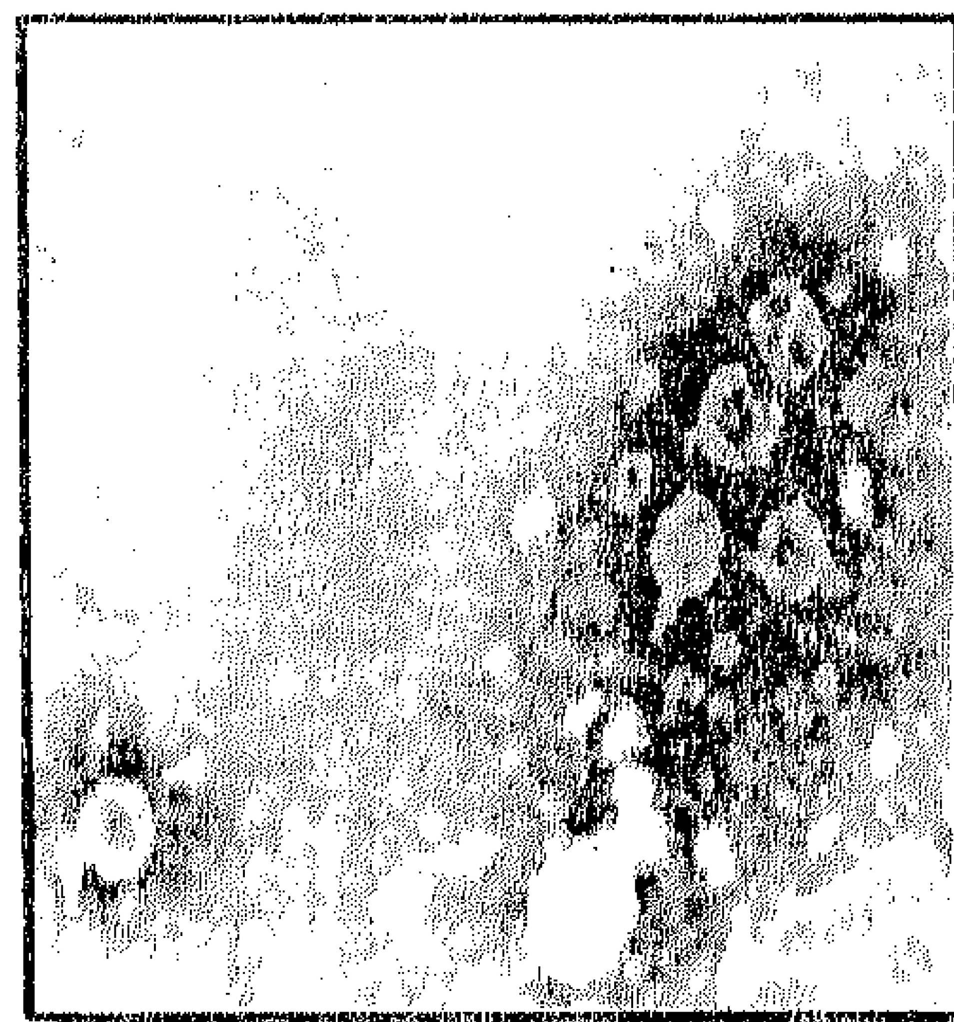
روتافيرس أ

Rotavirus A



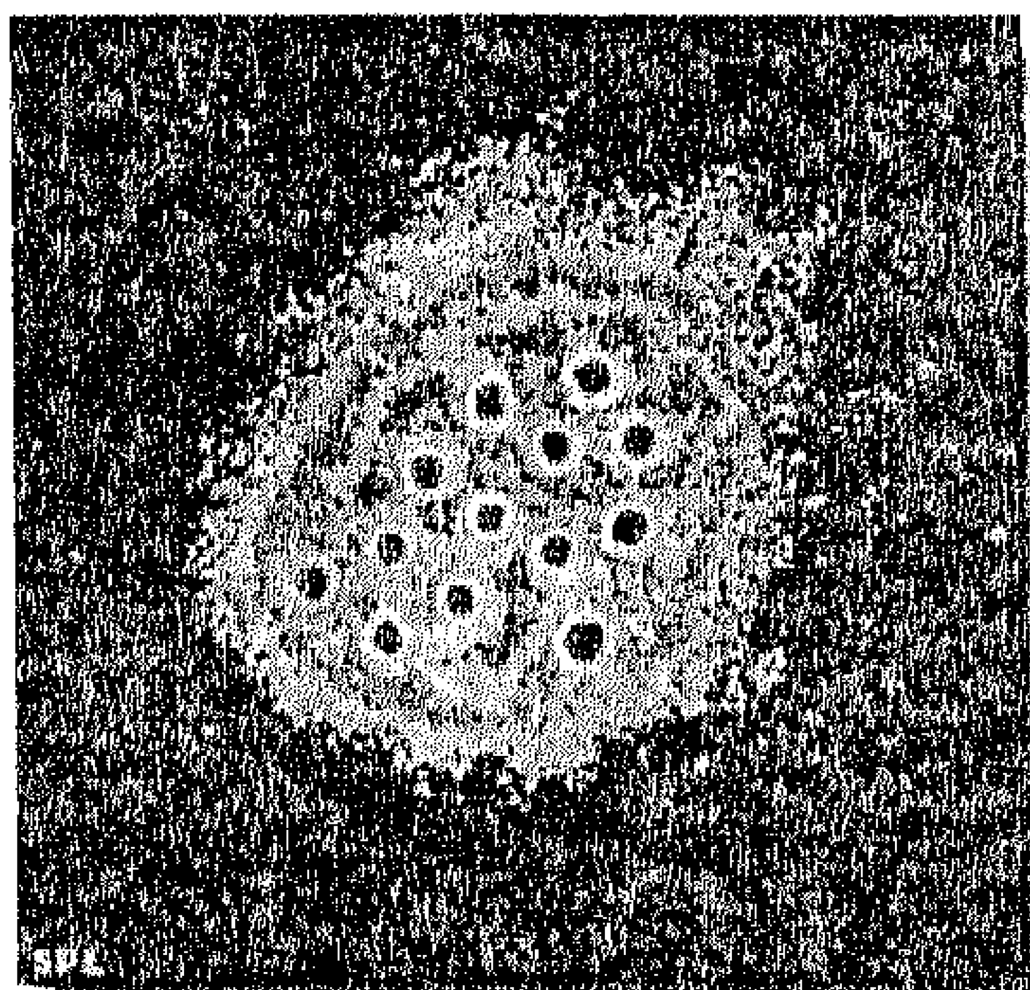
روتافيرس ب

Rotavirus B



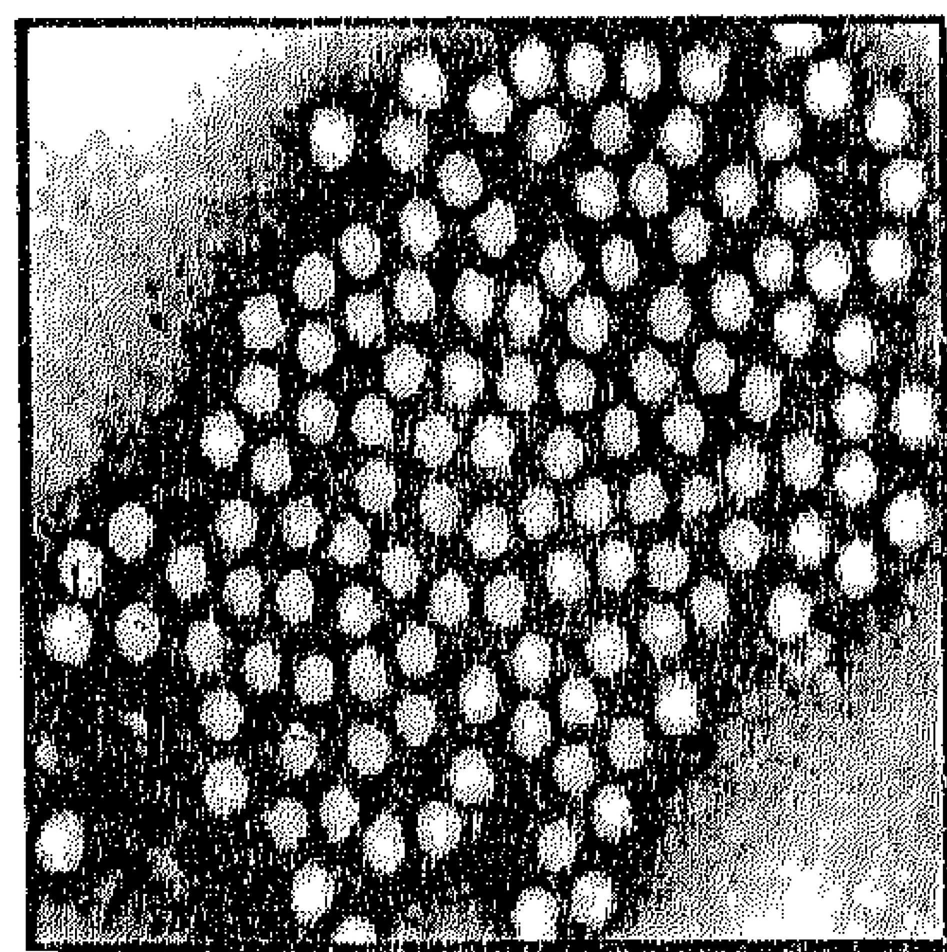
فيروس الالتهاب الكبدي الوبائي أ

Hepatitis A



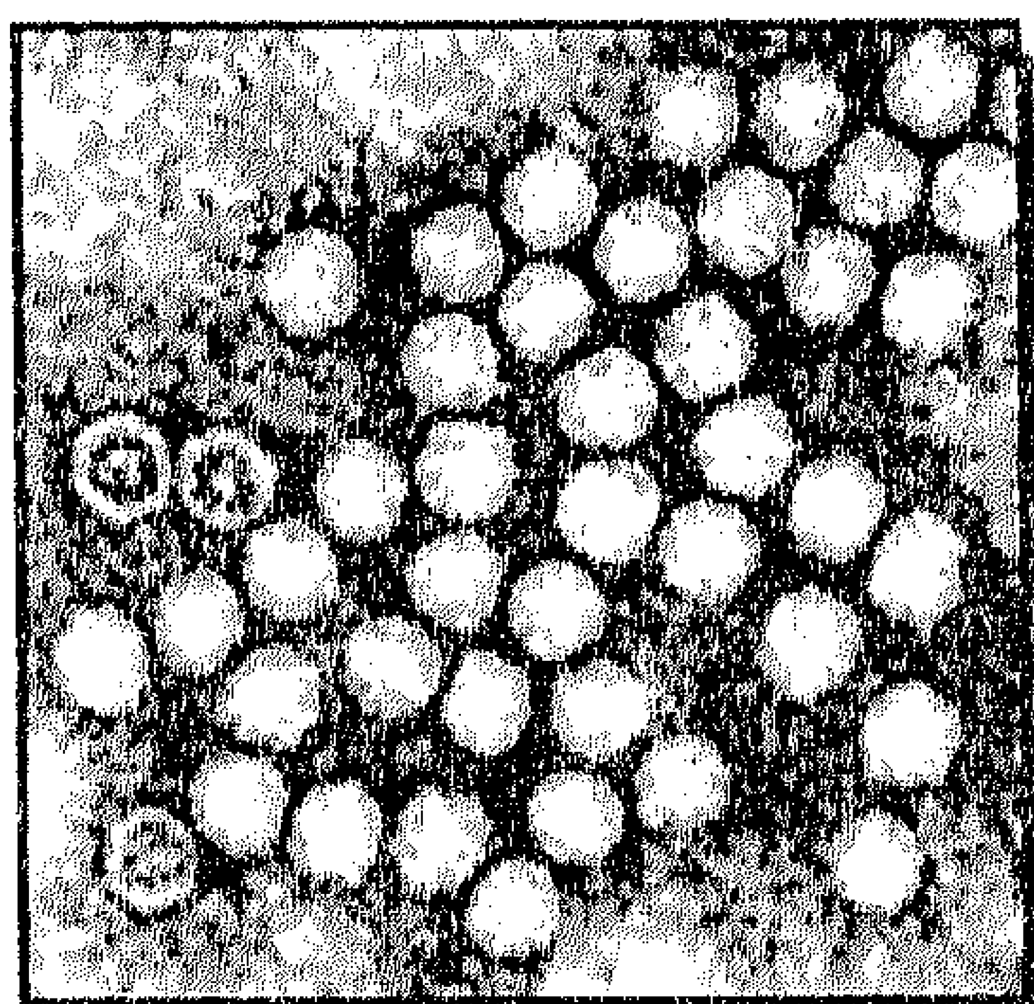
فيروس الالتهاب الكبدي الوبائي ب

Hepatitis B



انتيروفيريس

Enterovirus



أستيروفيرس

Astrovirus

عدد من الفيروسات المعوية تحت الميكرسوب الالكتروني

خطوات الإصابة الفيروسية لعائل ما:

يهاجم الفيروس الخلية الحية النشطة، والتي ما إن يدخلها حتى يتضاعف نشاطها ويقوم بسحب العناصر الغذائية من الوسط المحيط بها بمعدل أعلى. هذه المواد ستنفع الفيروس بالتأكيد في عملية تضاعف مادته الوراثية، وتكاثر أعداده إلى أضعاف مضاعفة. وفي الحقيقة يبدأ الفيروس مهاجمة الخلية الحية بالتخلي عن معطفه البروتيني خارجها فيما تلج مادته الوراثية إلى الخلية قاصدة مادتها النووية الوراثية، وذلك بهدف السيطرة عليها، وبالتالي على سائر أجهزتها الحيوية.. وهكذا فإن الخلية ترضخ حينذاك كلية لسيطرة الفيروس، وتوجه مسارات العمل بها لخدمة الفيروس الذي يخلف لنفسه ذرية هائلة ونسلاً عظيماً!!

وعلي كل حال فقد تعرف العلماء على مراحل الحياة والتكاثر للفيروسات، وقد وجدوا أن الفيروس ينمو عبر ثلاث مراحل أساسية، **هي كما يلي:**

دخول الفيروس إلى الخلية الحية المطلوبة.. ومما يجدر ذكره هنا أن معظم الفيروسات "تحتاج إلى دمج أغشيتها مع غشاء الخلية حتى تتمكن من الدخول إليها".. ولا يحدث هذا إلا بوجود مستقبلات على أغشية الخلية تناسب العناصر الموجودة على أغشية الفيروس.

ومن العجب العجاب أن الخلية الحية برغم إحتوائها على إنزيمات محللة، من بينها ما هدفه تحليل المادة الوراثية عند موت الخلية، غير أنها – أي هذه الإنزيمات – لم تتمكن من تحليل المادة الوراثية الفيروسية. ولعل السبب وراء ذلك هو أن "جزيئات الفيروس الوراثية صورة عكسية للجزيئات الوراثية في الخلية". وهكذا تفلت الأولى بذكاء وفطرة من تأثير مثل هذه الإنزيمات المحللة!!

على الجانب الآخر، فقد نجح الإنسان في تنمية الفيروس معملياً.. أي خارج الخلية الحية. لقد تم ذلك بتحايل بسيط جداً أدركه العلماء.. فالفيروس لا يعنيه من

الكائن الحي سوى بعض خلايا متخصصة.. وهذا بالإمكان عمله.. كأن تفصل بعض الخلايا الحيوانية أو النباتية (حسب نوع الفيروس المراد تنميته) بتقنية زراعة الخلايا والأنسجة، ثم تُنمى جيداً فى ظل ظروف قياسية توفر لها سبل الحياة كاملة من غذاء وهواء وحرارة..الخ، بعد ذلك يُحقن بها الفيروس كي يتسنى للعلماء دراسته دراسة علمية مستوفاه!!

خطوات عمليات التكاثر:

1- عملية الالتصاق:

يقوم اللاقم باستخدام ألياف الذيل للالتصاق على مستقبلات معينة على سطح البكتيريا مثل السكريات العديدة الدهنية، والأحماض، والبروتينات، والتي بدورها تحدد خصوصية اصابة البكتيريا بنوع أو أكثر من اللاقمات.. كما تتأثر قدرة الأخيرة على اصابة عائلها البكتيري بطبيعة نمو العائل.



صورة التصاق اللاقمات على الخلية البكتيرية تحت الميكرسكوب الإلكتروني

2- عملية حقن المادة الجينية:

وفيها يتم انقباض الذيل ثم حقن المادة الوراثية من خلال الغشاء البكتيري.. ولو أن هناك بعض عائلات اللاقمات مثل البودوفيريدى تفتقر إلى وجود ألياف الذيل الطويلة، ومن ثم تستخدم ألياف الذيل الصغيرة بطريقة تشبه الأسنان، فتحلل جزءاً من غشاء الخلية انزيمياً قبيل إيلاج مادتها الوراثية في البكتيريا.

3- عملية التكاثر:

وتبدأ هذه العملية بتضاعف الحامض النووي الفيروسي، وتكوين البروتين.. وتقف خلية العائل البكتيري عن تكوين البروتينات الخاصة بها، وتبدأ في تركيب الحامض النووي والبروتين الخاص بالفيروس، مكونةً فيروسات وليدة.

4- تحرر اللاقمات الجديدة:

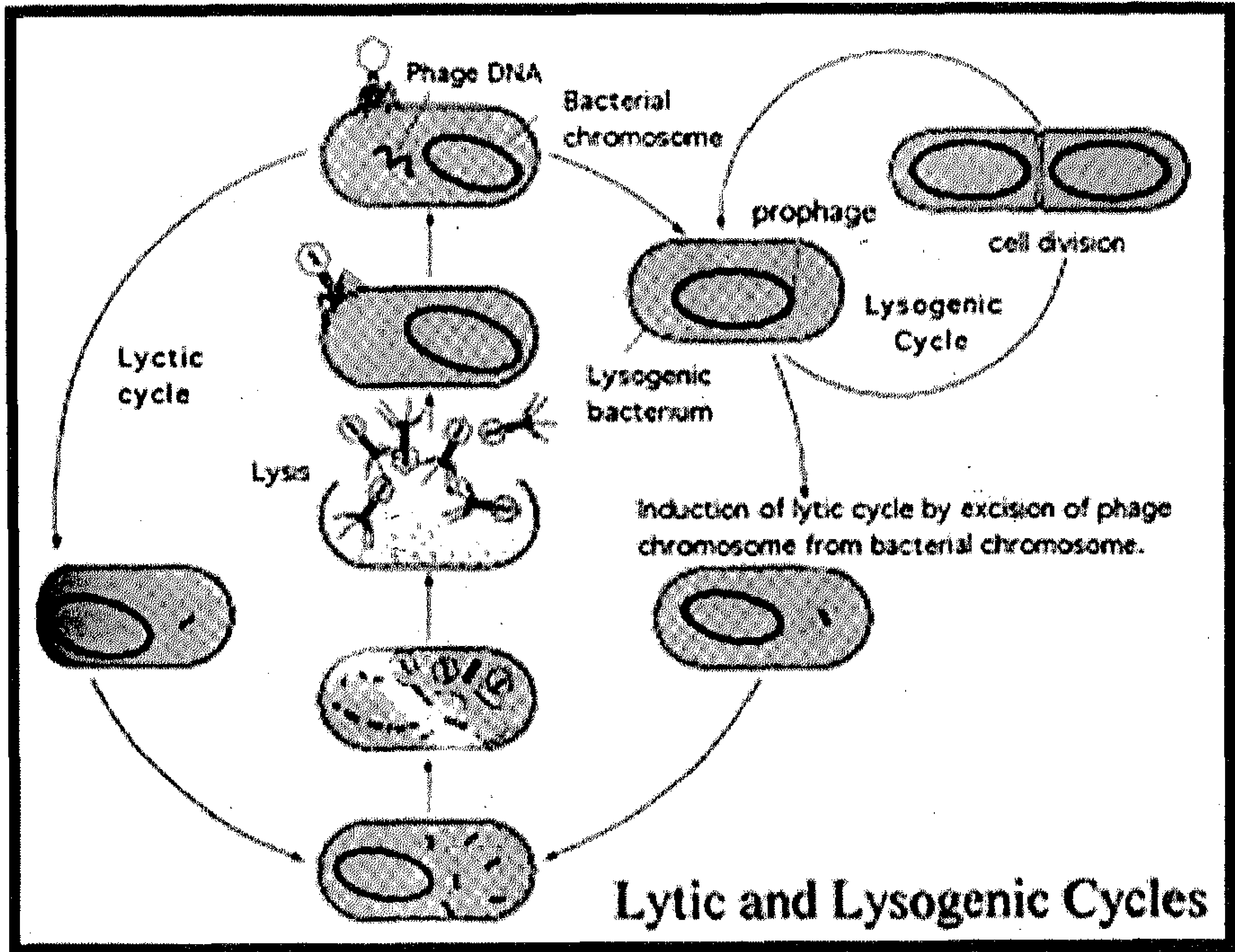
يتم تحرر الفيروسات الوليدة من خلايا البكتيريا ببطء شديد عن طريق انفجار الأخيرة فيما يُعرف بـــ **(دورة التحلل)**، أو عن طريق المرور عبر غشاء الخلية دون انفجارها فيما يُعرف بـــ **(دورة التحرر دون التحلل)**.

اللاقمات البكترية الجسدية:

هي مجموعة متجانسة متنوعة في الشكل وتوجد في براز الإنسان والحيوان، ومن ثم في مياه الصرف الصحي.. ويكون تواجدها وسلوكها في البيئة مشابهاً لتلك الفيروسات الممرضة.

لاقمات الـ F-RAN :

هي مجموعة متجانسة من الفيروسات الصغيرة المكعبة (21 – 30 نانوميتر)، وهي أحادية الشريط الحمض النووي (RNA)، وتُغطي بغلاف بروتيني فردي.



دورة تكاثر اللاقم داخل الخلية البكتيرية

لاقمات بكتيرويد فراجيلس:

هي مجموعة متجانسة من اللاقمات ينتشر تواجدها في براز الإنسان وينعدم في براز الحيوان، وقد أكدت دراسة التي قامت بها المؤلفة لانتشار بكتيريا القولون الكلية البرازية، والبكتيريا السبجية البرازية، بالإضافة إلى لاقمات بكتيريا القولون في مناطق مختلفة اشتملت على مياه البحر، ومياه الصرف، المياه العذبة، مياه الشرب أن هناك ارتباط معنوي بين أعداد الدلائل البكتيريا وبين اللاقمات الجسدية لبكتيريا القولون. كذلك توصلت الدراسة إلى عدم وجود أي فوارق معنوية بين تقديرات الدلائل الأربعة في عينات الصرف الصحي الخام والمعالج مما يؤكد مدى بقاءها رغم حدوث عمليات التطهير أثناء المعالجة قبل الإلقاء في مياه البحر مما يؤيد ضرورة استخدام هذه اللاقمات كدلائل للتلوث بمخلفات الصرف الصحي.

تصنيف اللاقمات البكتيرية:

يتم تقسيم اللاقمات إلى عائلات بناءً على الشكل الخارجي طبقا لما اقره فريق (**مورفي**) في عام 1995م، وعلى نوع المادة النووية داخل ذلك الجزيء.. كما أقرها (**أكيمان ونجوين**) في عام 1983م.. **وتصنيفها موضح كما يلي:**

- **عائلة ميوفيريدي:**

تتميز بوجود رأس متماثل الأبعاد، وتحتوى على شريط مزدوج، وذيل طويل منقبض..

- **عائلة سيفوفيريدي:**

تتميز برأس متماثل الأبعاد، وذيل طويل غير منقبض..

- **عائلة بودوفيريدي:**

تتميز برأس متماثل الأبعاد، وشريط مزدوج من المادة النووية، وذيل قصير..

- **عائلة تيكتيفيريدي:**

تتميز برأس متماثل الأبعاد، وشريط مزدوج من المادة الوريثة، ولا يوجد ذيل، وتُحاط بغلاف مزدوج الطبقة الداخلية مرنة، ومحاطة بغطاء خارجي صلب..

- **عائلة بلازمافيريدي:**

تتميز بشريط مزدوج دائري من المادة النووية، ومحاط بغلاف خارجي من الدهون..

- **عائلة كورتيكوفيريدي:**

تتميز برأس متماثل الأبعاد، ولا يوجد ذيل..

- **عائلة تيكتيفيريدي:**

تتميز برأس متماثل الأبعاد، لها الذيول لاستخدامها في حقن الحمض النووي عند إصابة العائل..

- **عائلة فيوسيليوفيريدي:**

تتميز بغلاف يحتوي حمض نووي دائري..

- **عائلة اينوفيريدي:**

تتميز بشريط أحادي محاط بجزء طويل مرن..

- **عائلة ميكروفيريدي:**

تتميز بشريط أحادي دائري محاط بغلاف، ولا يوجد ذيل..

- **عائلة ليبوثريكسفيريدي:**

تحتوى على غلاف شريطي، وحمض نووى مستقيم..

- **عائلة سيستوفيريدي:**

تتميز برأس متماثل الأبعاد، ولا يوجد ذيل..

- **عائلة ليفيفيريدي:**

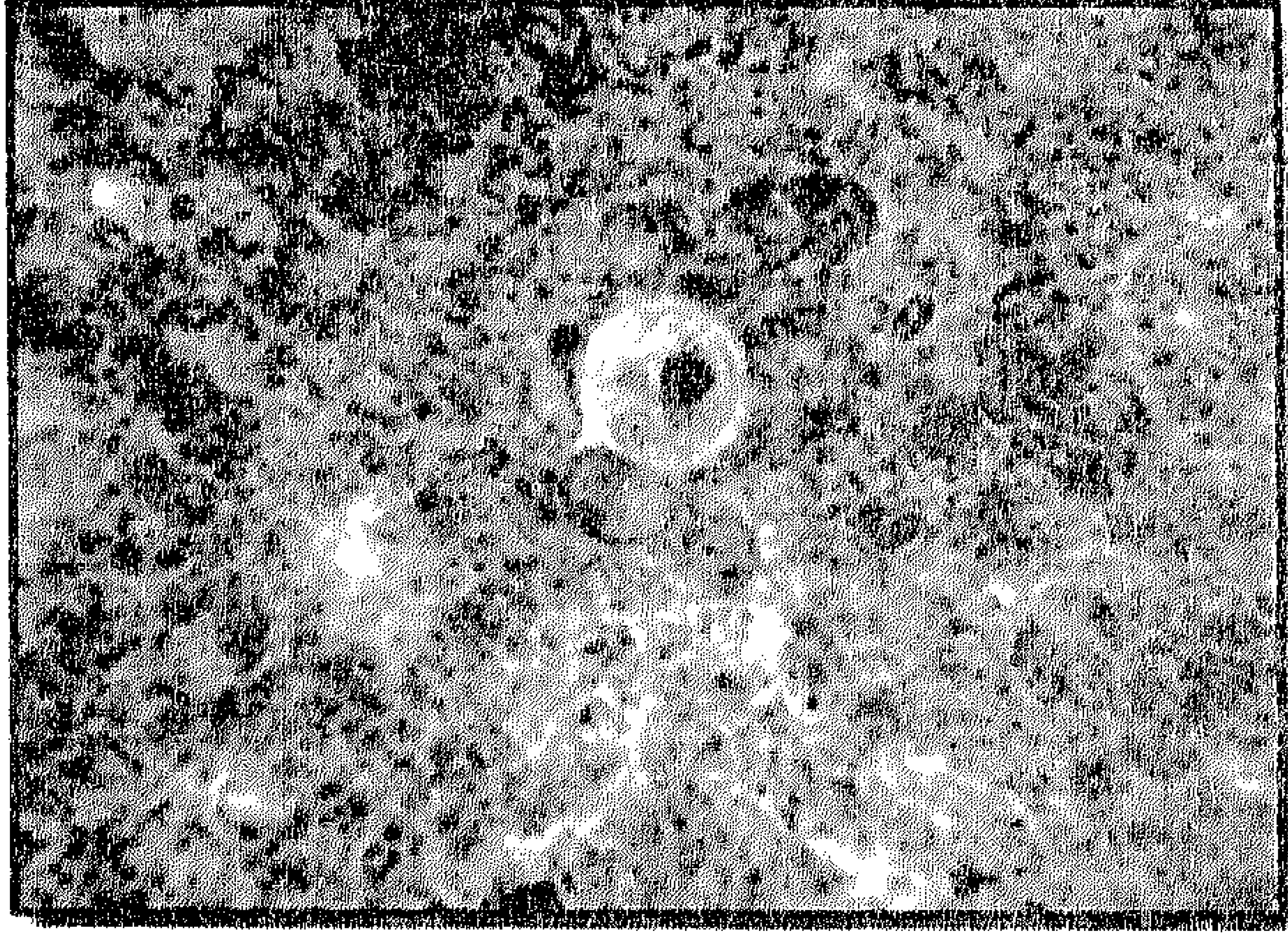
تتميز برأس متماثل الأبعاد، ولا يوجد ذيل..

الدوسنتاريا الأميبية:

يعرفه العلماء على أنه "مرض معوي يسببه الطفيل المعروف علمياً بـــ (**أنتميبا هيستوليتيكا**) الذى يعيش في قولون الإنسان، وينتقل من الإنسان المصاب عن طريق البراز عند تناوله لأطعمة أو مياه شرب ملوثين أو لعدم غسل الأيدي جيداً..

تتمثل أعرض الاصابة في حدوث ثقوب فى الغشاء المبطن لقولون الإنسان نتيجة لما تفرزه الطفيليات من إنزيمات ويكون مصحوباً بألم في البطن، وحمى وقيىء مع إسهال شديد، ووجود دم في البراز.

ومن المضاعفات المصاحبة لهذا المرض حدوث ارتخاء في عضلات جدار القولون وتسمم دموي، وقد يتكون خراج أميبي حاد بالكبد نتيجة لنفاذ الطفيل من جدار القولون إلى الأوعية الدموية ومنها إلى الكبد ويكون مصحوباً بآلام تحت القفص الصدري، وكذلك فقدان للشهية وفقدان الوزن.



خلايا انتاميبا هيستوليتيكا تحت الميكروسكوب الإلكتروني

البكتيريا الدالة على التلوث الميكروبي للمياه:

يُقصد بها مجموعة الميكروبات التي إذا ما وُجدت بالماء فإنها تعتبر دالة على تلوث الماء بمياه الصرف الصحي.. ومن أمثلتها بكتريا ايستريشيا كولاي..

ومن أهم مميزات استخدامها، ما يلي:

1- غير ضارة للإنسان..

2- تتواجد فقط في المياه الملوثة..

3- يتلازم وجودها مع الميكروبات الممرضة..

4- العلاقة النسبية بين أعدادها والتلوث المائي الميكروبي..

5- تتميز بقدرتها على العيش مدة أطول من البكتيريا الممرضة في المياه..

6- سهولة الكشف عنها معملياً، نظراً لوجودها بأعداد كبيرة مقارنة بالبكتيريا الممرضة..

وللتعرف على مصدر التلوث يستخدم العلماء النسبة بين أعداد بكتيريا القولون الكلية والبكتيريا الكروية السبحية، ومن ثم تحدد نوع التلوث ومصدره، فمثلاً:

✓ إذا كانت أكبر من 4.1 فهذا معناه أن المصدر آدمي..

✓ أما إذا كانت أصغر من 0.7 فهذا معناه أن المصدر غير آدمي..

✓ أما إذا كانت بين 0.7 و4.4 فهذا معناه أن المصدرين متوفرين في المياه..

ومع ذلك فهناك ميكروبات أخرى - ربما أكثر تخصصاً - قد تكون موجودة في براز الإنسان أو الحيوان يمكن استخدامها كدلائل للتلوث الميكروبي.. **ومن هذه البكتيريا، ما يلي:**

✓ استربتوكوكس بوفيس..

- ✓ كلوستريديم بيرفرينجس..
- ✓ بكترويد فراجيليس..
- ✓ رودوكوكس كوبروفيليس..

توجد البكتيريا القولونية عادة في التربة، وعلى الغطاء النباتي، والمياه السطحية ومياه الصرف الصحي.. كما أنهم يعيشون في أمعاء الحيوانات من ذوات الدم الحار والإنسان، ويمكن لبعض سلالات البكتيريا القولونية البقاء على قيد الحياة في التربة والمياه لفترات طويلة من الزمن. ويشير وجود البكتيريا القولونية في مياه الشرب إلى أن غيرها من الكائنات المسببة للأمراض قد يكون موجوداً في شبكة المياه. أما المجموعة القولونية البرازية؛ فهي مجموعة فرعية من مجموعة البكتيريا الكلية، وتمتلك أنواعاً أقل من البكتيريا.. وتوجد بكميات كبيرة في أمعاء وبراز الناس والحيوانات.. في حين تُعد **(ايشريشيا كولاي)** مجموعة فرعية من البكتيريا البرازية، ومعظمها غير ضار، وتوجد بكميات كبيرة في أمعاء البشر والحيوانات من ذوات الدم الحار، ولكن قد تسبب المرض تحت ظروف معينة، ومنها بعض السلالات المسئولة عن تلوث الغذاء، بل ومن الممكن أن تتسبب في حدوث الوفاة.. **وعموماً فالشروط الواجب توافرها في هذه الدلائل:**

1. أن تكون قادرة على النمو خارج الأمعاء..
2. أن تكون موجودة بأعداد تفوق أعداد البكتيريا الممرضة..
3. عدم وجود صعوبة في الكشف عنها..

بيد أنه من عيوب هذه الدلائل؛ عدم قدرة مجموعة بكتيريا القولون على إعطاء انعكاس كامل عن التلوث الموجود، أو عن وجود الفيروسات المعوية، وذلك نتيجة لتأثرها بالعوامل البيئة المحيطة، وبعمليات التطهير بالكلور إبان عمليات المعالجة.

طرق الكشف عن ميكروبات المياه الملوثة:

أولاً: طرق الكشف عن البكتيريا:

تُعد طرق الكشف المعتادة عن الميكروبات الدالة على تلوث المياه عملية غير بسيطة. وتتم باستخدام عدد من التقنيات المعملية التقليدية، مثل؛ العد المباشر للبكتيريا والفيروسات المعوية، ولو أنها طريقة مكلفة، وقد تحتاج لبيئات عزل متخصصة قد تكون غير متوفرة في المعامل.. فضلاً عن استخدام بعض التقنيات الحديثة مثل؛ تتبع مصدر الميكروب باستخدام بصمة الحمض النووي، أو كاستخدام طرق كيميائية كاستخدام المضيئات البصرية.

لذلك بدأ الاتجاه إلى استخدام دلائل بكتيرية ومنها استخدام بكتيريا القولون الكلية، والايشيريشيا كولاي، والبكتيريا الكروية السبحية.. ومن المعلوم لدى المتخصصين أن العدد إذا زاد عن 500 وحدة من النوع الأول لكل 100 ملليميتر من مياه البحر، وعن 100 وحدة من النوعين الثاني والثالث لكل 100 ملليميتر من مياه البحر فإن مؤشراً لتلوث المياه بمخلفات الصرف الصحي يظهر جلياً.

ويتم الاستدلال على وجود القولونيات البرازية باستخدام تقنية غشاء الترشيح. وتتلخص الطريقة فى أنه يتم تمرير حجم معين من العينة المراد فحصها خلال مرشح بكتيري حجم مسامه (0.45 ميكرومتر) من خلال استخدام مضخة فراغ. وعند مرور العينة فإن البكتيريا الموجودة في المياه تُحجز على سطح الغشاء ثم يتم وضعه فوق طبق بتري معقم يحتوي على الوسط الغذائي المناسب لكل نوع من البكتيريا لأجل نموها وقمع الكائنات الحية الأخرى. فتجد بيئة **(MF–Endo)** تُستخدم للكشف عن بكتيريا القولون الكلية، وبيئة **(M–FC)** للكشف عن ايشيريشيا

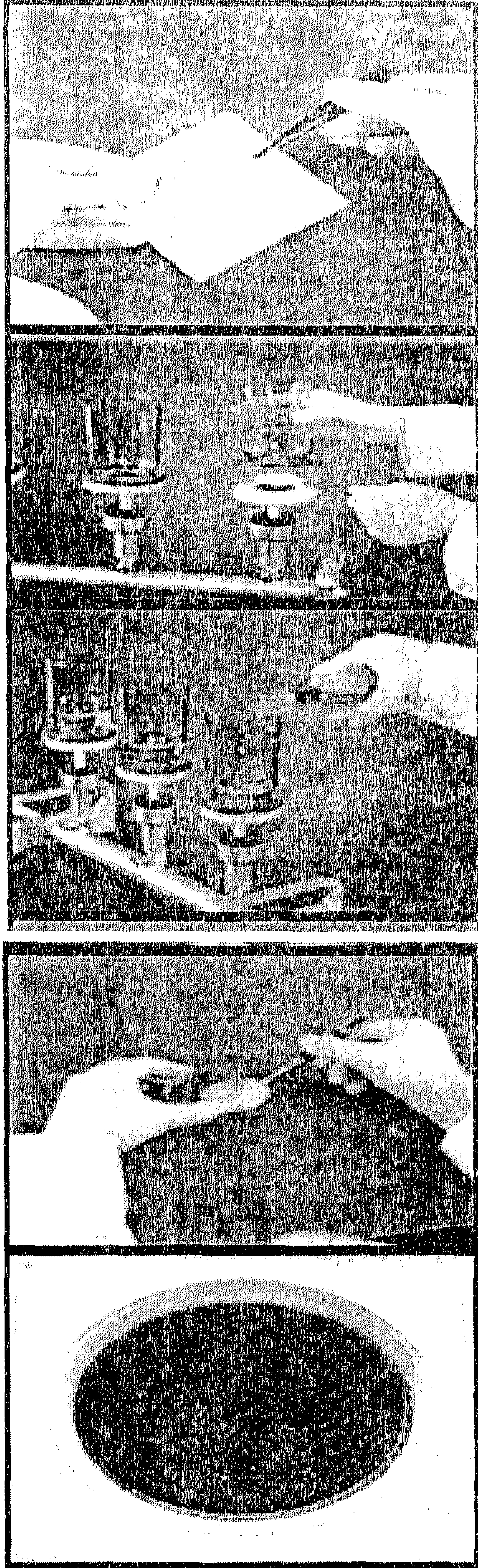
كولاي، فيما تُستخدم بيئة (**KF Streptococcal**) للكشف عن البكتيريا الكروية السبحية.

ثم تُحضن الأطباق عند الدرجة المناسبة لنمو كل نوع من البكتيريا المراد الاستدلال عليها. وبعد الفترة المُقننة للتحضين، تصبح البكتيريا جاهزة للعد مباشرة.

لعل من أهم مميزات استخدام هذه الطريقة؛ توفير الوقت بالمقارنة بالطريقة التقليدية، لذا تجدها تقنية معتمدة وفعالة في معامل شركات مياه الشرب، وفي معامل شركات الأغذية والمشروبات والصناعات الدوائية ومستحضرات التجميل لرصد هذه المجموعات البكتيرية.

ثانياً: طرق الكشف عن لاقمات البكتيريا:

توجه العلماء إلى استخدام لاقمات بكتيريا القولون كأحد دلائل للتلوث بسبب سهولة وسرعة الكشف عنها، كما أنها غير مكلفة.. وعموماً فهناك ثلاثة طرق شائعة للكشف عن اللاقمات، كالتالي:

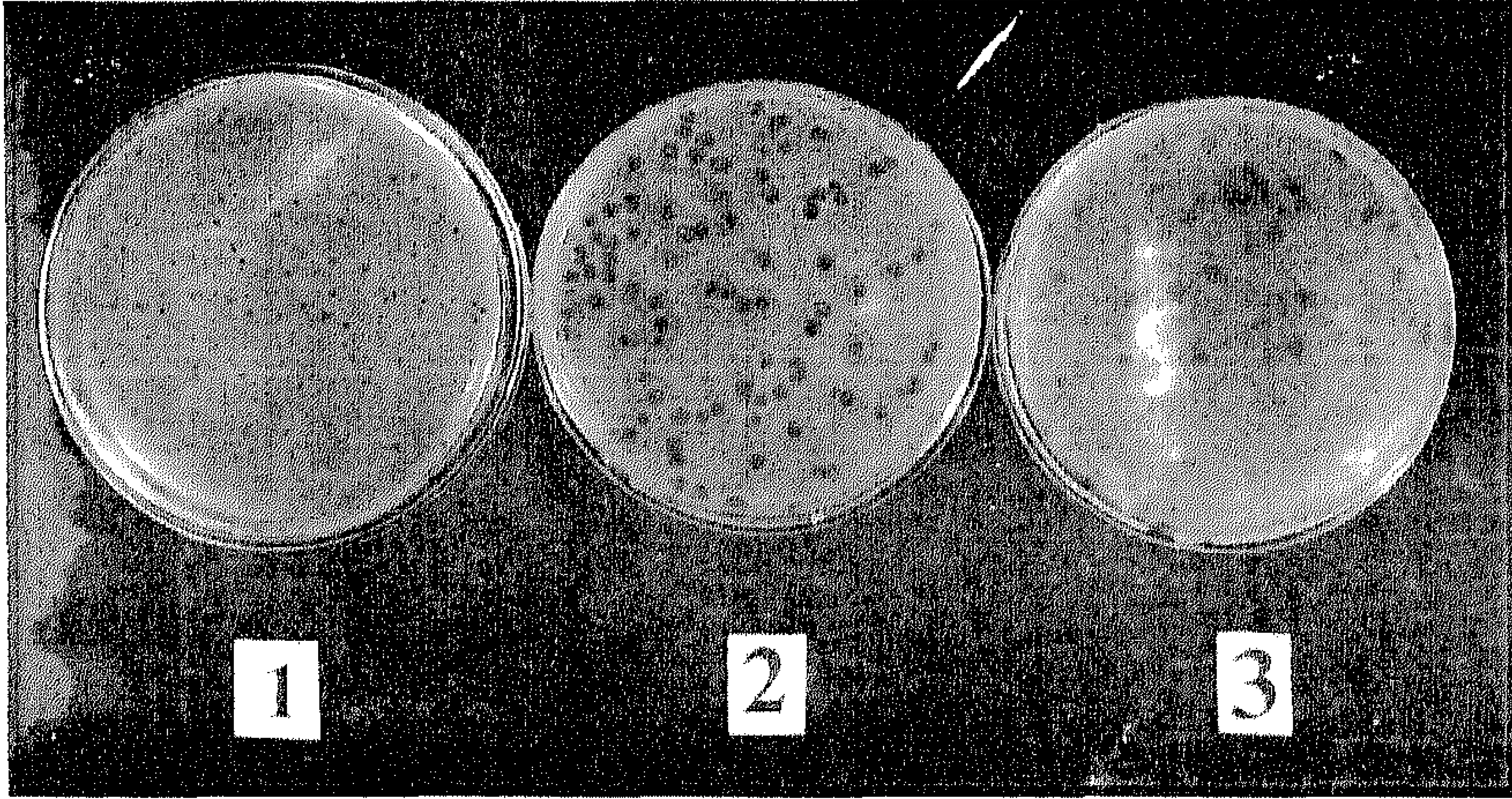


خطوات الاستدلال على وجود القولونيات البرازية باستخدام

تقنية غشاء الترشيح (Filtration-Membrane System)

(أ) العد المباشر للبلاكات:

تعتمد هذه الطريقة على ظهور بلاكات (مستعمرات فيروسية) مختلفة في الشكل والحجم على طبق البيئة المغذية المستخدمة.. فمثلاً تكون البلاكات الممثلة بالرقم 1 على شكل بلاكات دائرية صغيرة (1 ملليميتر)، فيما تكون هناك بلاكات أخرى أكبر حجماً (3 > ملليميتر) كما في الطبقين رقمي 2 و 3.. وتدل هذه البلاكات على نجاح اللاقمات في مهاجمة خلية عائلها البكتيري، وتحللها وخروج جيل جديد بعدد هائل من اللاقمات، وتدل كل بلاكة على أنها جاءت من فيروس واحد.



بعض الأشكال المختلفة لبلاكات اللاقمات البكتيرية

ب) استخدام غشاء الفلترة:

تُستخدم هذه الطريقة في حالة وجود الفيروسات بتركيزات قليلة في العينة.. وتعتمد بشكل أساسي على تركيز اللاقمات على غشاء الفلترة ثم استرجاعها باستخدام محاليل مجهزة سلفاً.. ولكن من عيوبها احتمال حدوث منافسة بين المواد العضوية الذائبة في العينة وبين اللاقمات عند الالتصاق على الغشاء، وعليه لا تعبر عن نتيجة دقيقة على وجود الفيروسات في العينة.

(ج) الكشف عن وجود إنزيم بيتا جلاكتوسيديز:

تعتمد هذه الطريقة إلى الكشف عن إنزيم (**بيتا جلاكتوسيديز**)، الذي يُفرز داخل خلايا العائل البكتيري فور إصابته باللاقم، فعندئذٍ يظهر لون أحمر كنتيجة ايجابية دالة على وجود هذا اللاقم، فيما يعتبر ظهور اللون الأصفر دليل على عدم احتواء العينة عليه.. ومن مميزات هذه الطريقة؛ السرعة، والقدرة على الكشف عن وجود تركيزات قليلة من اللاقمات (حتى 5 جزئيات)، لكنها في ذات الوقت غير ملائمة للاستخدام المعملي، نظراً لاحتياجها لكميات كبيرة من العينة المستخدمة للاستدلال، كما وأنها غير اقتصادية إذ تستهلك كميات مختلفة من المحاليل.

المصادر

1. البيئة ومحاور تدهورها وآثارها على صحة الإنسان - محمد خميس الزوكة - دار المعرفة الجامعية، 2000م..
2. تكنولوجيات معالجة المياه العادمة - اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا - الأمم المتحدة نيويورك 2003م..
3. الصحة والبيئة: التلوث البيئي وخطره الداهم على صحتنا - د. محمد كمال عبد العزيز - مكتبة الأسرة 1999م - الهيئة المصرية العامة للكتاب.
4. أشهر الميكروبات (فيروسات- بكتريا- فطريات) - د. حسن عبد الله الشرقاوي - مكتبة جزيرة الورد بالقاهرة- عام 2007م..
5. مقال "الدلائل الحيوية لتلوث المياه" - د. حسن عبد الله الشرقاوي - اصدار يوم البيئة العالمى - كلية العلوم - جامعة الاسكندرية - 2008م..
6. Murphy, F.A.; Fauquet, C.M.; Bishop, D.H.L.; Ghabrial, S.A.; Jarvis, A.W.; Martelli, G.P. Mayo, M.A and Summers, M.D. (1995). Virus Taxonomy. Classification and Nomenclatur of Viruses. Sixth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Spring-Verlag/wien, Austria. pp. 256.
7. El Abagy, M.M. (2001). Microbiological indicators of water pollution in the Nile River at the Cairo segment. In: Dazzo, F. and Badr El-Dine (eds.), Proc. 1st US-Egypt Workshop on Microbiol. Ecol. pp. 50. 2001, Nat. Res. Center, Cairo, Egypt.
8. Loehr, R. and Schwegler, D. (1965). Filtration method for bacteriophage detection. Appl. Environ. Microbiol. 13: 1005-1009.

9. Stanek, J.E. and Falkinham, J.O. (2001). Rapid coliphage detection assay. J. Virol. Methods., 91: 93-98

10. Faiza A. Fattouh; Mohamed A. El Shenawy and Sahar W. Hassan. (2004). Recovery of somatic coliphages in wastewater and seawater samples in relation to bacterial indicator organisms and water hydrochemical parameters in Kaiet Bay station, Alexandria. J water SRT-Aqua, 53: 183-192.

11. Gehan M. Abou-Elela, Nermeen A. El-Sersy, Hanan AbdElnaby and Sahar H, Wefky (2009). Distribution and bio-diversity of faecal indicators and potentially harmful pathogens in North Delta (Egypt). Aust. J. Bas. Sci., 3(4): 3374-3385.

12. Hassan A.H. Ibrahim and El-Shenawy, M.A. (2008). The fecal indicator bacteria and sanitary water quality along the Egyptian coasts of Aqaba Gulf, Suez Gulf and Red Sea. Bull. Inst. Oceanogr. Fish. ARE. 34(3): 187-197.

معجم المصطلحات الواردة بالفصل

المصطلح باللغة الانجليزية	المصطلح باللغة العربية
Domestic wastewater	مياه مخلفات المنازل
Industrial wastewater	مياه مخلفات المصانع
Sewage water	مياه المجاري
Coliform bacteria	ببكتريا القولون
Putrefying bacteria	بكتريا التعفن
Eutrophication	ظاهرة اخضرار الماء
Indicator microorganisms	الميكروبات الدالة على التلوث
Enteric disease minicabs	الميكروبات المعوية المرضية
Shigella	شيجيلا
Salmonella	سلمونيلا
E. coil	اشيرشيا كولاي
Campylobacter	كمبيلوبكتر
C. coli	كامبيلوبكتر كولاي
C. jejuni	كامبيلوبكتر جيجوناي
Haemolysis	تحلل خلايا الدم
Streptococcus bovis	استربتوكوكس بوفيس
Clostridium perfringens	كلوستريديم بيرفرينجس
Bacteroides fragilis	بكترويد فراجيليس
Rhodococcus coprophilus	رودوكوكس كوبروفيليس
Astrovirus	استروفيروس
Calcivirus	كالسى فيروس

Enterovirus	انتيروفيروس
Hepatitis A	هيبتيتس ا
Hepatitis B	هيبتيتس ب
Myoviridae	عائلة ميوفيريدى
Siphoviridae	عائلة سيفوفيريدى
Podoviridae	عائلة بودوفيريدى
Tectiviridae	عائلة تيكتيفيريدى
Plasmaviridae	عائلة بلازمافيريدى
Corticoviridae	عائلة كورتيكوفيريدى
Tectiviridae	عائلة تيكتيفيريدى
Fuselioviridae	عائلة فيوسيليوفيريدى
Inoviridae	عائلة اينوفيريدى
Microviridae	عائلة ميكروفيريدى
Lipothrixviridae	عائلة ليبوثريكسفيريدى
Cystoviridae	عائلة سيستوفيريدى
Leviviridae	عائلة ليفيفيريدى
Coliphages	لاقمات بكتريا القولون
Lytic cycle	دورة التحلل
Lysogenic cycle	دورة التحرر دون التحلل
Somatic coliphages	اللاقمات البكترية الجسدية
B.galactosidase	إنزيم بيتا جلاكتوسيديز

(9)

نحو بيئة بحرية غير ملوثة

تقنيات ورؤى

مدخل:

ضجت البيئة البحرية بما أُلقي – ويُلقى – فيها من ملوثات.. ولكن الإنسان الذي فعل ذلك هو نفسه الذي يمد يده لها – من خلال العلم – بالحلول، التي تتنوع بداية من القواعد الأساسية لسلوكياته حسب قاعدة "**لا ضرر ولا ضرار**"، ومروراً بالطرق التقليدية لأنظمة المعالجة البيولوجية والكميائية، وانتهاء بأحدث الطرق بما يشمل التقنيات الحيوية، وتقنيات النانو.. وفي هذا الفصل سوف نتطرق لها جميعاً، لعلنا نصل لهدفنا، ألا وهو: بيئة بحرية نظيفة!!

سيلزمنا في البداية أن ننوه على بعض الضروريات التي تدعم مجهودات الدولة والعلماء في معالجة مشكلات البيئة البحرية وما يهددها من تلوث، الذي هو – في الحقيقة – جائر.. إذ لن تكتمل الفائدة من العلم في هذا الصدد ما لم يتمسك الناس بالسلوكيات التي تحمي البيئة البحرية من التلوث، ولن يُتابع نجاح المجهودات المبذولة للعلم ما لم تُطبق القواعد القانونية لحمايتها من التلوث.. **وما يلي نقاط مختصرة لعرض بعض من هذه الضروريات:**

أولاً: القواعد السلوكية لحماية البيئة البحرية من التلوث، وتتمثل فيما يلي:

- ✓ التمسك بوصايا الدين الحنيف فيما يخص تعامل الإنسان مع المياه..
- ✓ التوعية الدينية في المسجد والكنيسة على حتمية الحفاظ على البيئة البحرية..
- ✓ التوعية التربوية في مراحل التعليم المختلفة..
- ✓ التوعية المجتمعية الاعلامية بكافة الوسائل الممكنة..

ثانياً: القواعد القانونية لحماية البيئة البحرية من التلوث، وتتمثل فيما يلي:

- ✓ ضرورة تفعيل القوانين المحلية للدولة الخاصة بالبيئة البحرية..
- ✓ سن قوانين صارمة لمواجهة المخالفات..

- ✓ تمكين خبراء وزارة البيئة من الضبطية القضائية للمخالفات..
- ✓ ضرورة تفعيل الاتفاقيات والمعاهدات الدولية..

ثالثاً: القواعد العلمية لحماية البيئة البحرية من التلوث:

- ✓ معالجة مياه الصرف بأنواعها المختلفة..
- ✓ معالجة مشكلة تسرب النفط..
- ✓ معالجة مخلفات السفن والقوارب..
- ✓ تقنين استخدام المبيدات في الزراعة..
- ✓ محاربة دفن النفايات الخطرة في باطن الأرض..

وبشيءٍ من الاجمال، هناك بعض الحلول الأخرى لمعالجة هذا التلوث، منها ما يلي:

- ✓ تحليل شتى أنواع المياه بشكل دوري كيميائياً وبيولوجياً لضمان المعايير التي تتحقق بها جودة المياه وعدم تلوثها..
- ✓ التخلص من آثار نشاط النقل البحرى، وما يحدث من تسرب للنفط ومشتقاته في مياه البحار بواسطة الحرق أو من خلال الشفط..
- ✓ الحفاظ على نقاء المياه الجوفية كمصدر آمن لمياه الشرب، وذلك بمنع أي تعديات تتسبب في تلوثها كإقامة أية أنشطة صناعية قد يضر بها..
- ✓ محاولة دفن النفايات المشعة في بعض الصحارى المحددة، وبطرق تقنية مقننة كي لا تتسرب إلى المياه الجوفية..
- ✓ إعادة تدوير بعض نفايات المصانع ومنع وصولها إلى المياه الجوفية بعدم القاءها في المصارف..

✓ الحد من تلوث الهواء – أيضاً – لأنه يساهم في تلوث مياه الأمطار، وتحولها إلى مياه حامضية تتسبب في تلوث البيئة البحرية وغيرها من البيئات..

القواعد العلمية لحماية البيئة البحرية من التلوث:

✓ معالجة مياه الصرف بأنواعها المختلفة:

بالطبع نحتاج إلى سرعة معالجة مياه الصرف قبل وصولها للبيئة البحرية، لما للأخيرة من أهمية سبق الحديث عنها بالفصل الأول من الكتاب.. ولو علمنا بأنه – وفقاً لمنظمة الصحة العالمية – يموت ما يقرب من خمسة ملايين شخصاً سنوياً، بسبب تجرعهم ماءاً ملوثاً، فإن ذلك يزيد من عزمنا على مواجهة مياه الصرف الصحي قبيل وصولها بما تحوي إلى مصادر المياه الأخرى غير الملوثة.

ولعل الغرض من معالجة مياه الصرف لا يقف عند حد إزالة خطر التلوث بل يمتد إلى الاستفادة من نواتج هذه المعالجة، ولو في دورتها المائية الطبيعية كأن تستخدم البكتيريا الهوائية الأكسجين الذائب في الماء، لهضم المخلفات منتجة النترات والفوسفات وغيرها من المغذيات التي تحتاجها الكائنات الحية في نموها، ثم تجييء الطحالب والنباتات المائية الخضراء وتمتص هذه المغذيات، وتأتي العوالق الحيوانية لتأكل الطحالب، ثم تتغذى الأسماك على تلك العوالق.. والأسماك الصغيرة تأكلها أسماك أكبر منها أو طيور أو حيوانات أخرى. وتنتج عن هذه الحيوانات مخلفات جسمية، ثم ما تلبث أن تموت.. وتحلل البكتيريا هذه الحيوانات الميتة، والمخلفات الحيوانية، لتعيد هذه الدورة مرة أخرى.. **هذا، وسيتشعب موضوع معالجة مياه الصرف ليشمل كل من:**

1. معالجة مياه المجاري..
2. معالجة مياه الصرف الصناعي..

3.معالجة المياه الملوثة بالبترول..

4.حماية مياه البحر من الملوثات الكيميائية..

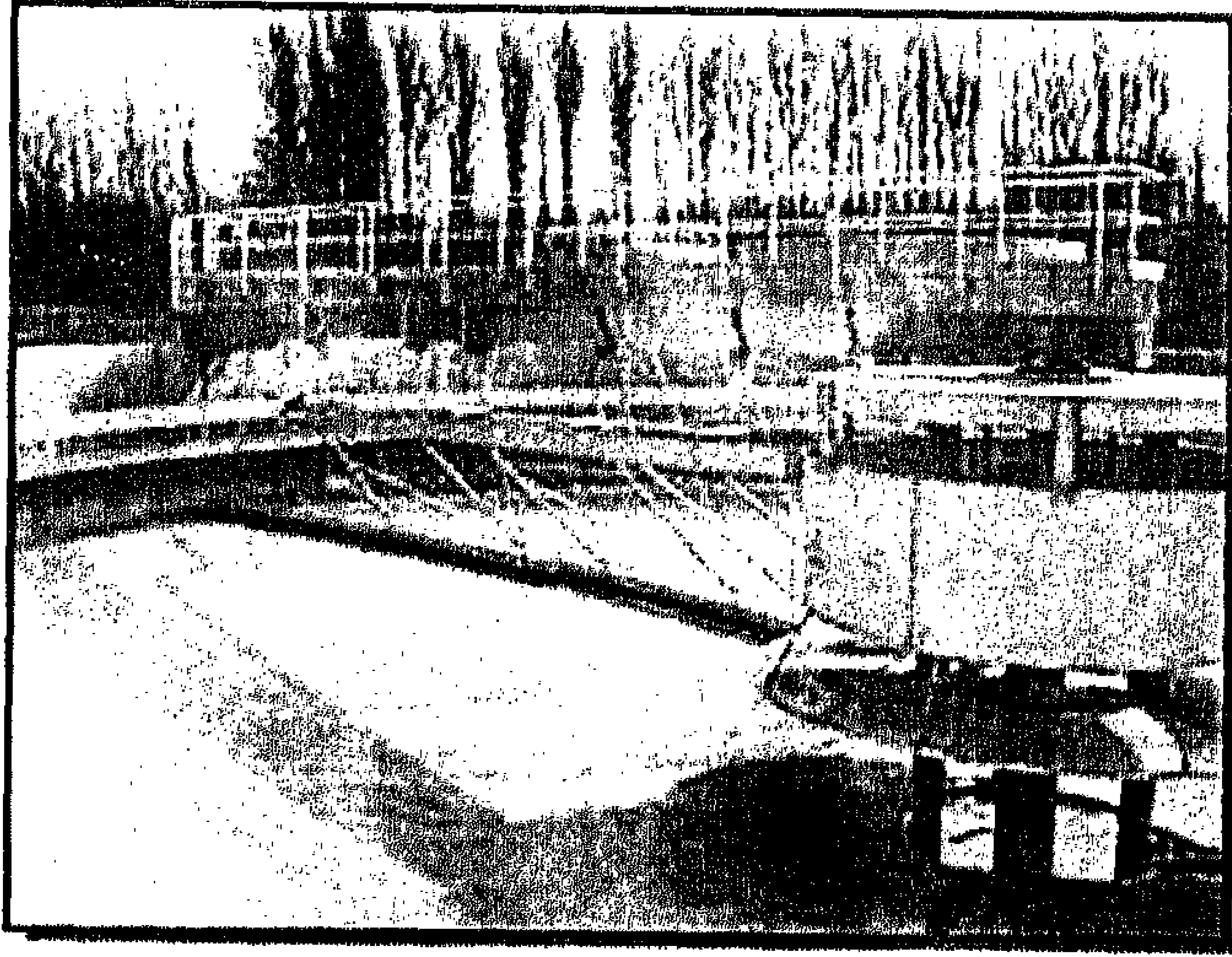
أولاً: معالجة مياه المجاري:

تُجمع مياه المجاري في مواسير مغلقة بعيدة عن مواسير مياه الشرب وترسل إلى خارج المدينة لمعالجتها. وطرق معالجة ميـــاه المجـــاري متعـــددة ومتنوعـــة.. **وتتلخص خطوات المعالجة فيما يلي:**

1- معالجة ابتدائية:

تهدف هذه المعالجة الابتدائية إلى إزالة جزء من المواد العضوية القابلة للتحلل (5-10%) وكذلك 2-20% من المواد العالقة.. ويتم ذلك للتخلص من المواد الصلبة الضخمة والأحجار والأخشاب والزجاج والأسلاك...الخ، وذلك بإمرار المياه على حواجز على شكل قضبان تعمل كمصفاة لفضل تلك المواد الصلبة.. ثم تُجرى عملية ترسيب لمياه المخلفات في أحواض ترسيب الشبه أو أملاح الحديد لتكوين معلق غروي يساعد على سرعة تجميع الحبيبات وترسيبها. وأثناء عملية الترسيب، يطفو الريم على السطح.. والريم؛ عبارة عن مواد دهنية تُكشط من آنٍ لآخر وذلك للتخلص منها.. أما السائل فإنه يُعالج – بعد ذلك – بيولوجياً وكيماوياً قبل الاستعمال.. وعند إضافة الشبه أو كبريتات الحديديك إلى مياه المجاري تتكون الهيدروكسيدات وحامض الكبريتيك.. ولأن هذه التفاعلات عكسية، فإنه يُضاف مواداً لمنع هذه التفاعلات عكسياً مثل كربونات الكالسيوم أو كربونات الصوديوم أو هيدروكسيد كالسيوم التي تتحد مع حامض الكبريتيك وتكون كبريتات كالسيوم، وبذلك تزداد كفاءة عملية ترسيب المواد العالقة بالمياه.

تنجح هذه المرحلة – في نهايتها – في إزالة جزء عظيم من المواد السابق ذكرها لتصل إلى 35–50% من المواد العضوية، وحوالي 50–75% من المواد العالقة. يتم ذلك باستخدام أحواض لترسيب المواد الصلبة والتي تُعرف بـ (**الحمأة الأولية**)، والتي تُستخدم فيما بعد للمعالجة.



خزان ترسيب أولي

2- معالجة بيولوجية:

تعتمد هذه المعالجة على استخدام الكائنات الدقيقة ذات القدرة على تحويل المواد العضوية إلى كتل حيوية عن طريق عمليات الأكسدة التي تقوم بها تلك الكائنات، وذلك للتخلص مما بها من مواد عضوية، وذلك بأكسدتها ومعدنتها إلى كحولات وأحماض عضوية وأخيراً إلى CO_2, H_2O, NH_3, H_2S.. ويتم ذلك في أحواض المعالجة البيولوجية بإضافة الحمأة النشطة (عادة بنسبة 20%) مع توفير الظروف الهوائية (سيتم الحديث عنها توا)..

تحت ظروف المعالجة البيولوجية الهوائية بالحمأة النشطة تتكون أملاح الفوسفات والنترات ويمكن التخلص من هذه الأملاح بمعالجة المخلفات بيولوجياً،

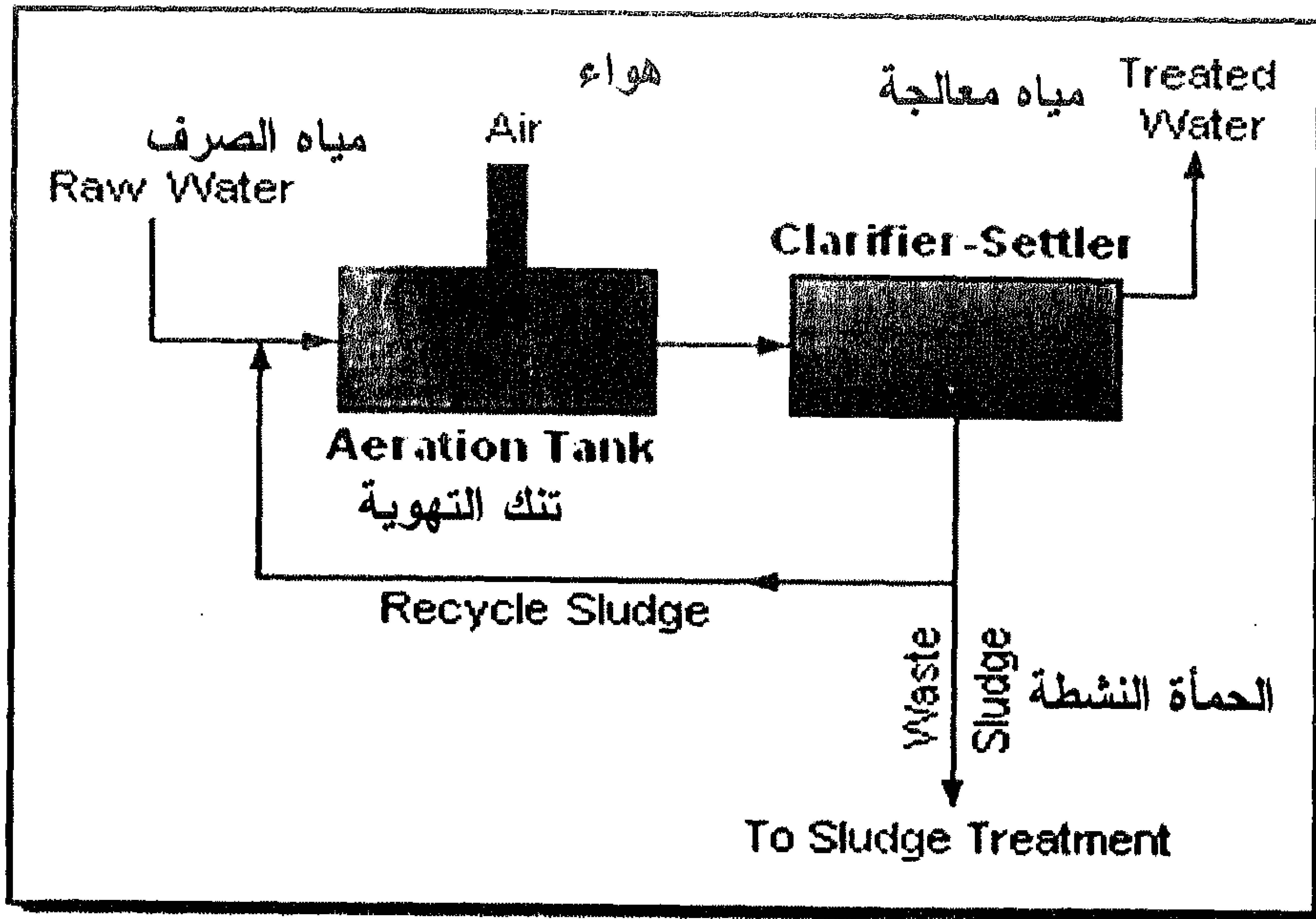
تحت ظروف لاهوائية أي بزيادة خطوة في المعالجة عقب خطوة المعاملة بالحمأة النشطة. وعقب المعالجة البيولوجية تُفصل الرواسب وتُؤخذ السوائل وتمرر على مرشحات رملية حيث تتوفر الظروف الهوائية والميكروبات لاستكمال تحلل ما تبقى من مواد عضوية بالسوائل.

وهناك أنظمة متعددة لاتمام هذه المرحلة على الوجه المطلوب، نجملها فيما يلي:

أ- **الحمأة النشطة..** تنجح المعالجة البيولوجية في إزالة حوالي 90% من المواد العضوية القابلة للتحلل وكذلك 85% من المواد العالقة.. و(**الحمأة النشطة**)؛ عبارة عن رواسب مخلفات مجاري حديثة معالجة غنية بالكائنات الدقيقة من بروتزوا وفطر وخميرة وبكتيريا، تُضاف كباديء في أحواض المعالجة البيولوجية فتساعد، تحت الظروف الهوائية على سرعة تحلل ومعدنة المواد العضوية الموجودة بمياه المخلفات وبالصموغ الحية؛ وهي كلمة ذات أصل لاتيني تعني "تجمع الكائنات المجهرية الموجودة بالحمأة النشطة أو بأحواض المعالجة والمرشحات في كتل أو أغشية مطمورة في مواد صمغية لزجة من سكريات معقدة وتُسمى هذه الكتل الميكروبية الصمغية". ومن الأحياء الدقيقة الهامة المكونة لتلك الصموغ الحية، أنواع شبيهة ببكتيريا (**سيدوموناس**)، تلعب دوراً نشطاً في أكسدة المواد العضوية بمخلفات المجاري.. كما يوجد – أيضاً – في تلك الكتل الصمغية ميكروبات أخرى نشطة في تحليل المواد العضوية..

ب- **البحيرات المهواة..** وفيها يتم تهوية مياه الصرف إما بالتهوية السطحية، أو المنتشرة، أو باستخدام مقلبات، في مساحات شاسعة نسبياً بعمقٍ يتراوح بين

4-1 متراً، ثم تُنقل هذه المواد الصلبة في خزان ترسيب قبل الصرف النهائي للمياه..



رسم تخطيطي لاستخدام الحمأة النشطة في معالجة الصرف الصحي

ت- **المراشح النضاضة (الأسموزية)**.. تُستخدم هذه الطريقة – وهي معالجة بيولوجية هوائية – لإزالة المواد العضوية من مياه الصرف.. وفيها تُثبت طبقة منفذة علي سطحها طبقة من الطين البيولوجي محملة بأنواع من البكتيريا الهوائية.. حيث يتم امتزاز المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف على طبقة الطين البيولوجي هذه.. وبمرور الوقت يزيد نمو هذه البكتيريا من سماكة طبقة الطين مسبباً استهلاك الأكسجين، فتموت وتتجرف مع المياه المتدفقة.. لكن للحفاظ على طبقة الطين البيولوجي، يتم جمع المياه المعالجة كي تُستخدم مرة أخرى مخففة مياه الصرف الداخلة من جديد..

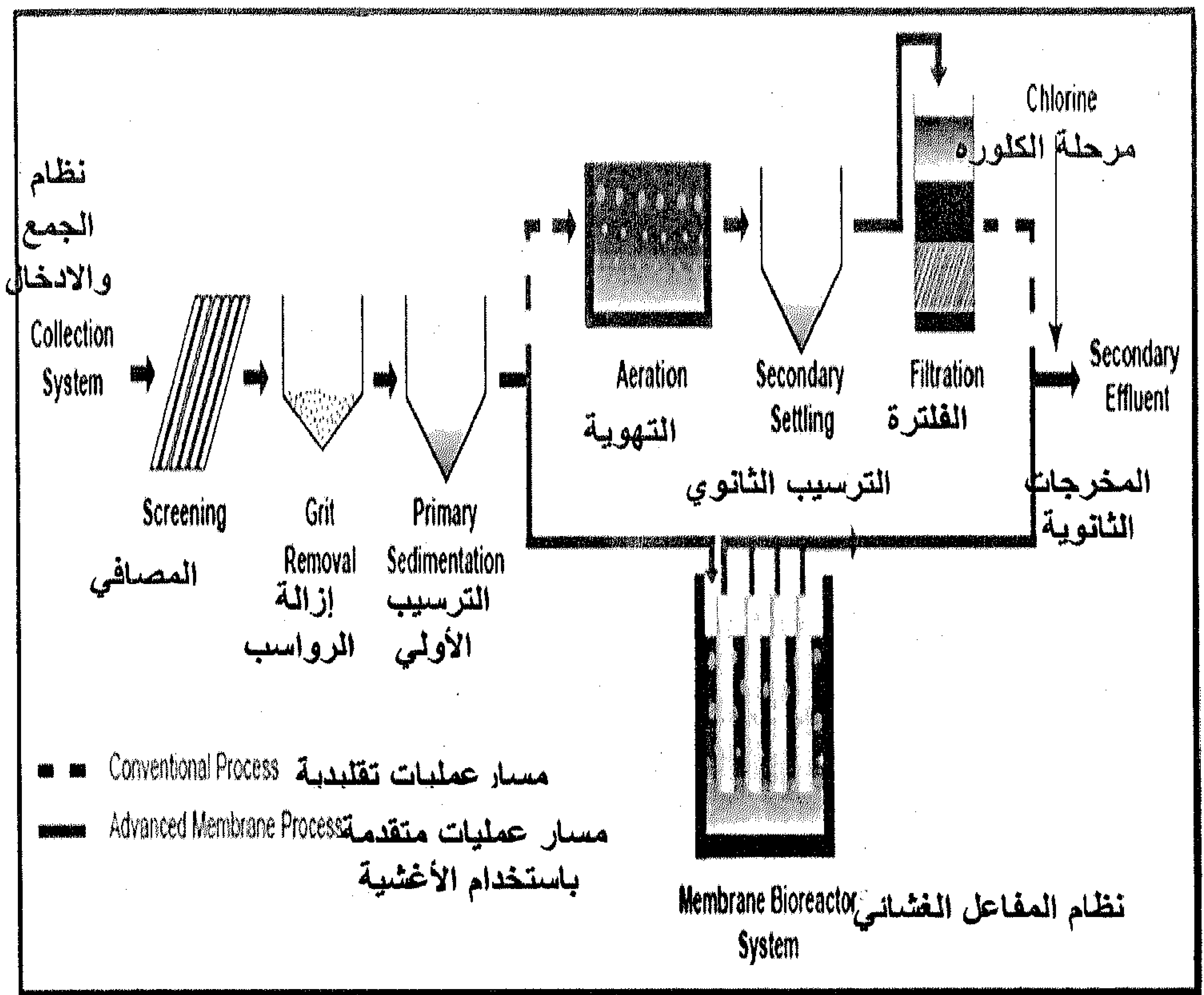
ث- الملامِسات البيولوجية الدوّارة.. وفيها تُستخدم أقراص دائرية متقاربة مصنوعة من البوليسترين أو من بولي كلوريد الفانيل مثبتة فوق أعمدة أفقية، ومغطاة بطبقه من الطين البكتيري.. وهنا يعمل دوران هذه الأقراص في أحواض المعالجة على تعرض البكتيريا لمياه الصرف مما يؤدي إلى امتزاز كمية معقولة من المادة العضوية..

3- معالجة نهائية، كيماوية بالكلور:

تُعرف - كذلك - بـ (**المعالجة الثلاثية**)، وفيها تُعالج السوائل الناتجة من المرشحات بالكلور للتخلص مما بها من ميكروبات مرضية من بكتيريا وفيروسات، ومركبات عضوية.. والسوائل الناتجة بعد المعالجة يُستفاد منها في ري الأشجار أو استصلاح الأراضي، أو يتخلص منها بإلقائها في نهر أو بحر.

4- المعالجة المتقدّمة:

تهدف هذه المعالجة إلى تحقيق مستوى أعلى من المعالجة، وذلك من خلال إزالة كمّيات أكبر من النتروجين والفوسفور والمعادن الثقيلة والمواد العضوية المنحلة حيوياً، والبكتيريا والفيروسات.. كما تضم ظواهر وعمليات؛ التخثر الكيميائي، والتلبّد، والترسيب، يتبعها الترشيح بالكربون المنشط..



رسم تخطيطي يوضح كثير من المراحل المستخدمة في معالجة مياه المجاري

5- معالجة المواد الصلبة:

تُجمع المواد الصلبة الناتجة من أحواض الترسيب أو من أحواض المعالجة البيولوجية حيث:

- تُجفف في أحواض خاصة، ثم تُكشط وتُدق وتُنعم وتُستعمل كسماد عضوي..
- أو تُخمر المواد الصلبة لاهوائياً لانتاج الغاز الحيوى (البيوجاز)، وسماد عضوي..

بهذا نرى أن المياه المعالجة تستخدم بشكل رئيسي في مجالات الزراعة (بنحو 60%)، ثم في الأغراض الصناعية (بنحو 30%).. وربما تُستخدم مياه

الصرف المعالجة في أنشطة أخرى عديدة – لا نحبذها – منها السباحة وصيد الأسماك ولو أنه حدث في الهند.. لكنها كسماد عضوي مفيد لما تحتويه من كميات كبيرة من النيتروجين والفوسفور، ولكن يفضل استخدامها في استزراع الغابات الشجرية دون المحاصيل والنباتات المأكولة، حتى لا تؤثر على صحة الإنسان والحيوان..

هذا، ويمكن الحكم على كفاءة عملية معالجة مياه المجاري، بالكشف عن بكتيريا **(ليستريا مونوسيتوجينس)**؛ فهذه البكتيريا توجد بكثرة في مياه المجاري مصاحبة لبكتيريا القولون بأعداد تصل لمئات الآلاف.. وتعيش في المجاري لمدة طويلة تصل لمدة أسابيع، كما أنها تقاوم الكلور بصورة كبيرة، لذلك فإن وجودها بمياه المجاري بجانب الاختبارات البيولوجية الأخرى يُؤخذ كدليل على عدم كفاءة عملية المعالجة بما يعني وجود ميكروبات مرضية. وهذه البكتيريا عصوية قصيرة جداً، مفردة أو في سلاسل، وموجبة لصبغة جرام، وغير متجرثمة، متحركة، اختيارية للهواء وهي ممرضة؛ إذ تسبب للإنسان مرضاً يُسمى **(Listerosis)** (نوع من الإلتهاب)، وتسبب للحيوان الإجهاض وإلتهاب الضرع والالتهاب السحائي.

ثانياً: معالجة مياه الصرف الصناعي:

تشمل المعالجة هنا – وهي بيولوجية – طريقتين رئيسيتين؛ الأولى تُستخدم فيها كائنات مُحبة للهواء فتُعرف بـ **(المعالجة الهوائية)**، فيما تُستخدم في الثانية كائنات تنمو وتنشط في غياب الأكسجين، فتُعرف بـ **(المعالجة اللاهوائية)**.

تهدف المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصناعي إلى التخلص من المواد العضوية المعدنية إلى ثاني أكسيد كربون وماء.. حيث تقوم البكتيريا في خزان التهوية بتحويل المادة العضوية في مياه الصرف إلى كتلة حيوية من البكتيريا

المستخدمة وثاني أكسيد كربون وماء، كذلك يتحول النيتروجين العضوي في هذه العملية إلي أمونيا ونترات. الجدير بالذكر أن المركبات العضوية غير الكلورية التي تقع في مدى 200–300 من الوزن الجزيئي يمكن أن تُهدم حيوياً، بينما من الصعوبة بمكان هدم ما فوق ذلك من وزن جزيئي.

على الجانب الآخر، هناك عدد من المركبات العضوية الكلورية يمكن أن تُهدم حيوياً في ظروف لاهوائية.. غير أنها بشكل عام تُعتبر مركبات يصعب هدمها حيوياً.

ثبت أن المعالجة البيولوجية لمياه صرف ملوثة بالزيوت والشحوم تنجح؛ عبر استخدام بكتيريا قادرة على افراز انزيمات مُحللة لهذه الزيوت مثل (**الليبيز**) وتحويلها إلي جزيئات ذائبة في الماء. لعل من بين أفضل الأنواع الميكروبية القادرة على افراز انزيم الليبيز، بكتيريا (**سيدوموناس فلورسنس**)، وفطر؛ (**اسبرجيلس نيجر**).

تتلخص المعالجة البيولوجية لصرف الزيوت والصابون في تقنية تُدعى (**الغشاء الحيوي**)، ويُقصد بها تثبيت البكتيريا أو الفطر على مواد داعمة (رمل أو قطع من الفحم أو السيراميك أو الخشب...إلخ) داخل خزان كبير، يُعرف بـ (**المفاعل**).. ثم يُمرر تيار الماء من فتحة الإدخال فيعبر على البكتيريا المُستخدمة – أو الفطر – الذي يفرز الانزيم المُحلل للمادة العضوية الدهنية، وبهذا يكون لدينا ناتج عبارة عن ماء خارج به أقل نسبة ممكنة من الدهون.

لإزالة الفينولات السامة والأمينات الأروماتية من مياه الصرف الصناعي، تستخدم طريقة (**انزيم البيروكسيديز**)؛ وفيها يتم تحويل هذه الملوثات في وجود فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) إلى صورة غير ذائبة، ومن ثم تترسب بسهولة وتُفصل

من الماء. ومن غير شك سوف يساعد البيروكسيديز الميكروبي كثيراً في تطبيق هذه الطريقة على نطاق واسع.

التلوث الصبغي للمياه نوع شائع من التلوث، لاسيما بعد أن تصرفها المصانع المنتجة للأصباغ أو المستخدمة في مصادر المياه العذبة والمالحة على حدٍ سواء.. تعمد تقنيات معالجة الماء الملوث بالأصباغ إلى تكسير هذه الصبغات إلى مركبات أقل سمية منها، وللميكروبات من خلال تقنية الهدم الحيوي دور مميز في ذلك.

ثالثاً: معالجة المياه الملوثة بالبترول:

تتعرض مياه البحار والمحيطات إلى تلوث مستمر بزيت البترول الخام، جراء تسربه أثناء عمليات نقله من مناطق انتاجه إلي مناطق استخدامه وتكريره عبر ناقلات البترول الضخمة. وحسب الاحصائيات تقدر الكميات المتسربة منه بحوالي 2-3 مليون متر مكعب سنوياً، تُنتج نصفها من عمليات النقل البحري. ويواجه التعامل مع بقع الزيت صعوبات عديدة.. أهمها؛ صعوبة تجميعه وهو طافي فوق المياه. أما لو استخدمت المنظفات والمذيبات لأجل التخلص منه في الموقع فسوف يكون للكلفة رأي آخر.. ثم ;ن إزالته ميكانيكياً من فوق سطح الماء، يزيد من فرصة تعرض الحياة البحرية إلى هذا الملوث الذي يؤدي حتماً إلى موت الطيور المائية، وهلاك الأسماك واللافقاريات، والكائنات الحية الدقيقة، والبلانكتون بنوعيه الحيواني والنباتي. علاوة على ذلك فالجزء الذائب من مكوناته في الماء إنما يدمر النظام البيئي للحياة البحرية.. أما الجزء غير الذائب منه فيحتوي على مركبات كثيرة مُسرطنة قد تصل إلى غذاء الإنسان بشكلٍ أو بآخر.

يُسهم ضوء الشمس في تكسير جزء من مكونات زيت البترول الخام، فيما يُعرف بـ (**الهدم الضوئي**). وهناك آلية أخرى تُعرف بـ (**الأكسدة الذاتية**)، وتعمل في غياب الضوء ولكنها تُسهم بنسبة ضئيلة في عملية التكسير لانخفاض درجة حرارة مياه البيئة البحرية.

فعلياً، بدأت عمليات مُعالجة التلوث البحري بالطريقة البيولوجية عندما ظهرت مشكلة بقع زيت البترول الخام المُتسربة من الناقلات في عرض البحر. ولقد نجح العلماء الأمريكان حينها في تطوير سُلالة من بكتيريا (**سيدوموناس**) – جينياً – فصارت قادرة على ازالة بقع الزيت. ولو أن هناك بعض الصعوبات التي تقابلها عند ذلك من بينها؛ سُمية مكونات زيت البترول العالية وثباتيتها، وانخفاض درجة حرارة الماء، وزيادة تركيز الأملاح المعدنية خاصةً النيتروجين والفسفور.



بقعة زيت هائلة تلوث مياه البحر

وبالنسبة للمياه الناتجة من عملية تنقية البترول، يتم حجز المياه الملوثة في بحيرات صناعية، ثم تُعرض على البكتيريا القادرة على هدم هذه المركبات. ولكن من عيوب هذه الطريقة كونها بطيئة، ولهذا فقد استُبدلت بفكرة أكثر سرعة وكفاءة،

وذلك باستخدام مفاعلات حيوية بداخلها مادة حاملة أو دعامية وعليها البكتيريا في شكل الرقائق الحيوية، فيما يُضخ الهواء من إحدى الفتحات الجانبية لتوفير الأكسجين اللازم لنمو وأداء هذه البكتيريا.

على الجانب الآخر، للحصول على البكتيريا في شكل رقائق حيوية يجب أن تُنمى في البدء في المفاعل بحيث تُغذى على وجبة مكونة من الهيدروكربونات بجانب بعض المغذيات الأخرى، وبتوفير الهواء تأخذ البكتيريا في النمو على هذه المواد هادمةً إياها. وبمجرد أن تكون البكتيريا الرقيقة الحيوية فوق المادة الداعمة، تُصبح جاهزة لاستقبال الماء المُحمل بالملوثات والمطلوب مُعالجته.

هذا وقد أمكن تنظيف شراطيء ألاسكا سنة 1989م من بقع الزيت، وقرب منافذ المياه الدافئة على بعد 6 آلاف قدم تحت سطح خليج المكسيك، حيث أمكن تحليل النفتالين ومُركبات الفينيك ومُخلفات السيلينيوم وغير ذلك باستخدام البكتيريا.

رابعاً: حماية مياه البحر من الملوثات الكميائية:

تتعرض أسطح السفن والناقلات والمنشئات – في البيئة البحرية – لتجمع كائنات بحرية عديدة عليها، بدايةً بالبكتيريا، ومروراً بالداياتومات والطحالب الميكروسكوبية، والقشريات والرخويات والديدان البحرية، وحتى الطحالب الكبيرة.. بحيث تتراكم كل هذه الكائنات فوق هذه الأسطح مُكونة ما يُعرف بظاهرة (**الحشف البحري**)؛ تلك التي تتسبب في إعاقة حركة السفن، فتزداد مقاومتها للحركة، وتقل سرعتها بشكل ملحوظ، ومن ثم يزداد معدل استهلاكها للوقود.. وليس من شك أن انبعاث المواد الضارة من جراء احتراق الوقود شيىء أكيد.. ويقول المتخصصون أن هذه الظاهرة تزيد من معدل استهلاك الوقود بنحو 40%، وعليه تزداد تكلفة الرحلة

الكلية بنحو 77%.. كما يطول زمن الرحلة.. أى يزداد فقدان الوقت.. وعليه يتم إلقاء كمية كبيرة من المخلفات الضارة والسامة في مياه البحر نتيجة لذلك..

توصل الكيميائيون منذ زمن بعيد إلى الحد من كمية ومُعدل **(الحشف البحري)**، عن طريق اضافة مواد كيميائية خاصة إلى الدهانات والبويات، ثم طلاء هذه الأسطح بها، كما وأن المواد المُضافة إلى البويات ذات آثار سُمية بالغة، وأضرار جسيمة على ما بالبيئة البحرية من حيوان ونبات، ثم على الإنسان لما يصل إلى مائدته منها بعد ذلك.

أما البويات المستخدمة كمضادات للحشف البحري فقد بدأ استخدامها في منتصف القرن التاسع عشر الميلادى، ومنها: أكسيد النحاس، وأكسيد الزرنيخ، وأكسيد الزئبق، وكلها ذات تأثيرات ضارة بالبيئة البحرية.. كما تُستخدم بويات الـ **(تي بي تي)** بنجاح في القضاء على الحشف البحري (70% من الاستخدامات حول العالم).. ولكن هذه المواد معروفة بتلويثها الشديد للبيئة البحرية.

على ذلك، فقد وُضع حظر دولي على استخدام هذه المواد على المَركَبات التى طولها أقل من 25 متراً.. كما وُضع حظر على معدلات انطلاق الدهانات المحتوية على مواد الـ **(تي بي تي)** إلى البيئة البحرية. وللعلم فاليوم تُنتج بويات مضادة للحشف البحري خالية من القصدير، ولقد قامت شركات البويات العالمية – بالفعل – بانتاج عدد غير قليل منها.

على الجانب الآخر، توصل علماء معنيون إلى علاج ظاهرة **(الحشف البحري)** عن طريق انتاج بويات من مواد طبيعية، وذلك باستخلاص مواد عضوية حيوية من الطحالب البحرية (مثل: التربينات، والاستيرويدات، والأحماض الدهنية، والأحماض الأمينية، وأشباه القلويات وغيرها)، وإضافتها إلى البويات بديلاً عن المواد الخطرة المستخدمة. وسيكون للمواد الحيوية دور في تثبيط نمو الكائنات

المُتراكمة فوق الأسطح البحرية المختلفة. مما يُعطى نتيجة مُرضية للبيئة وللإنسان. ومن أشهر الطحالب المستخدمة في هذه التقنية؛ طحلب أحمر من جنس **(لورنـــشيا)** والذي ينتج أكثر من 500 مادة تربينية، كنواتج أيضه الثانوية.

نظرة مستقبلية:

سوف يظل البحث موصولاً بعضه ببعض لتحسين طـرق معالجـة الميـاه الملوثة، ولاستنباط وابتكار طرقاً أكثر تقدماً وحداثة. ذلك بأن حاجة الإنسان إلى مياه نظيفة لن تنتهي إلا بانتهاء دوره فوق هذه الأرض وقت يشاء العلـي القـدير. وإن النظر – حالياً – في الأبحاث العلمية التي ـتُجرى لهذا الهدف العظيم ينبهنـا إلـى أهمية تقنية النانو **(النانوتكنولوجي)** وتطبيقاتها في هذا المضمار.

توفر تقنية النانو معالجة المادة على المستوى النـانوي 1– 100 نـانومتر وذلك بتصنيع مواد نانوية جديدة كي تُستخدم في معالجة الميـاه الـسطحية والميـاه الجوفية ومياه الصرف الصحي الملوثة بأيونات المعادن السامة والمحاليل العـضوية والغير عضوية بالإضافة إلى الكائنات الحية الدقيقة.

ومن أهم تطبيقات تقنية النانو في معالجة المياه بأنواعها المختلفة ما يُعـرف بـ **(الترشيح النانوي)**، ويُقصد بها عملية ترشيح غشائي حديثة نسبياً. تُستخدم غالباً مع مياه نسبة المواد المذابة الكلية بها منخفضة، ومنها المياه السطحية العذبة والميـاه الجوفية العذبة، وذلك بهدف إزالة الأيونات متعددة التكافؤ، وكـذلك إزالـة المـواد العضوية الطبيعية والمواد العضوية الاصطناعية.

ومن طرق الترشيح النانوي المستخدمة في مجـال معالجـة الميـاه تقنيـة **(الترشيح عبر التيار)** والتي تمتد فيما بين **(الترشيح الفائق)** و**(التناضح العكسي أو الاسموزية العكسية)**. ويُقدر حجم المسامة الواحدة الصغيرة والمتواجدة بالغشاء بنحو

واحد نانومتر بالضبط... كما أن الضغط عبر الأغشية (وهو نقطة الضغط خلال أو عبر الغشاء) المطلوب أقل (يصل إلى 3 MPa) من ذلك الضغط المستخدم في عملية التناضح العكسي، مما يقلل من تكلفة المعالجة بصورة واضحة. على الرغم من ذلك، فإن أغشية الترشيح النانوي مازالت غير فعالة في الاستخدام على مدى واسع، كما أنها عرضة للحشف، مما يضطر لاستخدام مواد مانعة للأخير.. وهذا يزيد – بالطبع – من تكلفة استخدامها.

ومن أمثلة الأبحاث النانوية الحديثة ما توصل إليه فريق بحثي من جامعة ستيلينبوش بجنوب أفريقيا، من اختراع تقنية جديدة لتنقية المياه، من خلال تصميم مرشح فلتر يعمل بتقنية النانو على شكل كيس شاي (فيما تُعرف بالتقنية باسمها – **Tea bag**) ليتناسب وعنق زجاجة مياه بالحجم التقليدي. يقول البروفسور (**يوجين كلوتا**)، مخترع التقنية وأستاذ الأحياء الدقيقة، إن كيس مرشح المياه يعمل كمرشح وقاتل للبكتيريا في آنٍ واحد، فهو مغلف من الخارج بطبقة رقيقة مصنع من مادة البوليمر ومادة الـ (**بيوسيد– Biocide**)؛ وهي مادة كيميائية تعمل كمبيد حيوي مانع للبكتيريا، ويضيف أن هذه التقنية لها حدود، حيث لا يمكن من خلالها تنقية مياه صرف صحي، لكن إذا كانت المياه ملوثة للغاية، كأن يكون مثلا مليون بكتيريا في المليلتر، فإن الكيس يتمتع بميزة تنقيتها إلى أقل من عشرة. ومع أن فتقنية مرشحات كيس الشاي لتنقية المياه تبدو جديدة كونها عملية من خطوة واحدة دون الحاجة إلى مزج، لكن من أوجه قصورها أن الكيس لا يُستخدم إلا مرة واحدة لإنتاج لتر من مياه الشرب، لذلك يجب أن يكون رخيصاً للغاية!!

وفي إنجاز علمي آخر في مجال التطبيقات الحيوية لتقنية النانو، توصل فريق بحثي من مركز تميز أبحاث تقنية النانو في جامعة الملك فهد للبترول والمعادن بالظهران، إلى ابتكار أنواع جديدة ومطورة من أنابيب الكربون النانوية متناهية

الصغر مطعمة بمواد نانوية عضوية وغير عضوية، مثل ذرات الفضة التي تستطيع القضاء على البكتيريا المسماة علمياً (**إيشيريشيا كولاي**). ومن أهم تطبيقات هذا الإنجاز، استخدامه في تعقيم مياه الشرب ومعالجتها وتنقيتها من الملوثات، بالإضافة إلى تطبيقات أخرى تشمل المجال الطبي كعلاج الأورام السرطانية.

مما سبق يتضح لنا أن تقنية النانو واعدة وتستحق كل دعم من قِبل الحكومات والمراكز البحثية لمزيد من الأبحاث لأجل تطبيقات مفيدة، لاسيما في مجال معالجة المياه بأنواعها المختلفة.

المصادر

1. ما التكنولوجيا الحيوية – د. حسن عبد الله الشرقاوي & د. منال النجار – سلسلة الثقافة العلمية – الهيئة العامة لقصور الثقافة – مصر – يوليو 2012م..
2. من ويكيبيديا، الموسوعة الحرة – معالجة الصرف الصحي (http://ar.wikipedia.org/wiki) – نوفمبر 2013م..
3. من ويكيبيديا، الموسوعة الحرة – ترشيح نووي – نوفمبر 2013م..
4. موقع ملتقى المهندسين – http://www.arab-eng.org/vb/showthread.php/181263..
5. Beychok, M.R. (1971). "Performance of surface-aerated basins". Chemical Engineering Progress Symposium Series 67 (107): 322-339.
6. Metcalf and Eddy, Inc.Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. New York, McGraw Hill., (1991). Wastewater engineering: treatment and reuse. New York, McGraw Hill, 2002.
7. Burrian, Steven J., et al. (1999)."The Historical Development of Wet-Weather Flow Management." US Environmental Protection Agency (EPA). National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, OH. Document No. EPA/600/JA-99/275.
8. Qasim, S.R., (1999). Wastewater treatment plants: planning, design and operation. C2 ed. Lancaster, Pensylvania, Technomic,.
9. Water and Environmental Health at London and Loughborough (1999). "Waste water Treatment Options." Technical brief no. 64. London School of Hygiene & Tropical Medicine and Loughborough University.

10. Khopkar, S. M. (2004). Environmental Pollution Monitoring And Control. New Delhi: New Age International. p. 299.

11. EPA. Washington, D.C. (2004). "Primer for Municipal Waste water Treatment Systems." Document no. EPA 832-R-04-001.

Kadam, A.; Ozaa, G.; Nemadea, P.; Duttaa, S.; Shankar, H. (2008). "Municipal wastewater treatment using novel constructed soil filter system". Chemosphere (Elsevier) 71 (5): 975–981.

معجم المصطلحات الواردة بالفصل

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانجليزية
الحمأة النشطة	Activated sludge
الصموغ الحية	Zoogloea
المواد الصلبة	Sludge
ليستريا مونوسيتوجينس	Listeria monocytogenes
مواد عضوية معدنية	Mineralize–organic compounds
كتلة حيوية	Biomass
مركبات عضوية غير كلورية	Non–chlorinated compounds
مركبات عضوية كلورية	Chlorinated compounds
إنزيم الليبيز	Lipase
سيدوموناس فلورسنس	Pseudomonas florescence
اسبرجيلس نيجر	Aspergillus niger

Biofilm	غشاء حيوي
Horseradish peroxidase	إنزيم البيروكسيديز
Dyes pollution	تلوث صبغي
Photo-degradation	هدم ضوئي
Auto-oxidation	أكسدة ذاتية
Support materials	مادة دعامية
Marine fouling	حشف بحري
Tributylin self-polishing copolymer paints	تي بي تي
Laurencia sp.	جنس طحلب لورنشيا
Nanotechnology	تقنية النانو (النانوتكنولوجي)
Nanofiltration	الترشيح النانوي
Cross-flow filtration	الترشيح عبر التيار
Ultrafiltration	الترشيح الفائق

Reverse osmosis	التناضح العكسي أو الاسموزية العكسية
Escherichia coli	إيشيريشيا كولاي

الفهرس



(1) البيئة البحرية أمواج هادرة، وشطآن ناعمة!!

د. حسن عبد الله الشرقاوي
أستاذ باحث مساعد الميكوبيولوجي
المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد - فرع الاسكندرية
drhassan1973@yahoo.comE. mail:



(2) التلوث البحري أوصاف بين قوسين؟

أ.د. ممدوح أمين فهمي
أستاذ باحث الكيمياء البحرية
عميد المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد - فرع الاسكندرية
ioiegypt_niof@yahoo.comE. mail:



(3) التلوث البحري الفيزيائي الطبيعة لا تقتل أبناءها!!

د. أحمد عبد المنعم رضوان
دكتور باحث بقسم الطبيعة البحرية
المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد
aa_radwan@yahoo.comE. mail:



(4) المخاطر الجيولوجية الساحلية

وحيد محمد مفضل
أستاذ مساعد قسم الجيولوجيا والجيوفيزياء البحرية
المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد
w.moufaddal@yahoo.comE. mail:



(5) التلوث البحري الكيميائي طعنة في قلب الحياة!!

د. أحمد عبد الحليم محمود
أستاذ باحث مساعد الكيمياء البحرية
المعهد القومي لعلوم البحار المصايد
aabdel_halim@yahoo.com :E. mail



(6) أخطار تلوث الرخويات البحرية

د. خالد محمود عبد السلام
دكتور باحث بقسم التصنيف البحري
المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد
kh.abdelsalam@gmail.comE. Mail:



(7) التلوث البحري البيولوجي الغزو القاتل!!

د. نهال جلال الدين ثابت شمس الدين
أستاذ باحث مساعد الهيدروبيولوجيا
المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد
nihalshamseldin@yahoo.comE. mail:



(8) التلوث البحري الميكروبي خطر محدق.. وموت خفي!!

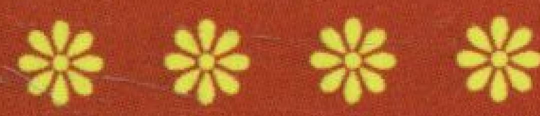
د. سحر وفقي مصطفى
دكتور باحث الميكروبيولوجيا البحرية
المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد
saharwefky@yahoo.comE. mail:



(9) نحو بيئة بحرية غير ملوثة تقنيات ورؤى

د. أحمد مصطفى النمر
أستاذ باحث ورئيس قسم التلوث البحري
المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد
ahmedmoustafaelnermr@yahoo.comE. mail:

فى فترات كالتى تمر بها مصر الآن قررنا نحن علماء المعهد القومى لعلوم البحار والمصايد المشاركة على طريقتنا . بأن نتواصل مع مجتمعنا عبر نقل خبراتنا في مجال البيئة البحرية على إختلاف تخصصاتنا .. وقد أخترنا موضوع التلوث البحرى ليكون باكورة هذا التواصل . وذلك لما له من أهمية جمة في حياتنا كأفراد . وبعد اقتصادى كدولة .. لا سيما وأن مصر تمتلك مساحة ممتدة من السواحل المطلة على بيئتها البحرية تناهز ألفي كيلو متراً .. وهى كفيلة بمدها بأضعاف مضاعفة من العملة الأجنبية إذا ما أديرت بأسلوب علمى . وحوفظ عليها - أى هذه السواحل - من أشكال العبث والتلوث اللذين يؤديان بها إلى العجز والمرض .



المؤلفون

(حسب ترتيب فصول الكتاب)

د . حسن عبد الله الشرقاوى

أ . د . ممدوح أمين فهمى

د . أحمد عبد المنعم رضوان

د . وحيد محمد مفضل

د . أحمد محمود عبد الحليم

د . خالد محمود عبد السل...

د . نهال جلال الدين ثا...

د . سحر وفقى مصطفى

أ . د . أحمد مصطفى النمر



I.S.B.N
978-977-368-556-0





مؤسسة حورس الدولية
طباعة . نشر . توزيع
144 ش طيبة . سبورتنج . الإسكندرية ت : 98 05 593 03 002. ف : 71 21 592 03 002 : 38 36 329 0122
Email: horus.alex2007@yahoo.com horus.alex@hotmail.com
Websit : www.horuspublish.com